KUČERA.

VRIEME.

KUČERA.

VRIEME.

POUČNA KNJIŽNICA „MATICE HRVATSKE“.

KNJIGA XXII.

VRIEME.

CRTICE IZ METEOROLOGIJE.

NAPISAO

OTON KUČERA.

ZAGREB.

TISAK KARLA ALBRECHTA (JOS. WITTASEK).

1897.

VRIEME.

CRTICE IZ METEOROLOGIJE.

NAPISAO

OTON KUČERA.

SA 113 SLIKA I 6 KARATA.

ZAGREB.

NAKLADA „MATICE HRVATSKE“.

1897.

U nizu „poučnih knjiga“ iz područja eksaktnoga diela prirodne nauke, predaje ove godine „Matica Hrvatska“ svojim članovima treću knjigu, koja se bavi oko meteorologije. God. 1891. izdala je piščeve: „Crte o magnetizmu i elektricitetu“; god. 1895.: „Naše nebo“, a god. 1897. podaje evo članovima i: „Vrieme“.

Uz astronomiju nema jamačno prirodne nauke, za koju bi se velika publika kulturnih naroda toliko zanimala, kao za meteorologiju. Uzrok tomu osobitomu zanimanju, koje pisac po analogiji predpostavlja i u hrvatskoj inteligenciji, ne ćemo smjeti tražiti u nauci samoj, nego više u tomu, što je predmet te nauke, naša atmosfera i pojavi u njoj, s mnogih strana svezan sa svakidanjim životom čovjeka. „Vrieme“ ne zanima samo izletnike od zabave; već kod turiste o njemu gdjekada visi život. Brodaru, seljaku, gospodaru visi sva eksistencija o vremenu. Razumijemo dakle, da su pojavi u atmosferi već odavna zanimali koljeno ljudsko. Nu što je za pravo ta meteorologija ili nauka o vremenu, o tom je i danas još, pa i u naobraženih ljudi, veoma razšireno krivo mišljenje. Svrhu meteorologiji kao da traže mnogi i danas još u tomu, da pogadja vrieme. Za pravo joj je pako zadaća, da nadje i izpita uzajmičnu svezu svih pojava u atmosferi, pa da sve te pojave razumno raztumači. Meteorologija je dakle kao i astronomija ogranak fizike, pa ju ide ime „fizika atmosfere“.

Nauka o vremenu, kako ju n. pr. shvaća Abercromby, je primjena obćenih zakona, koje ima da odkrije meteorologija, na posebno pitanje o promjenama vremena. Ta je uža nauka o vremenu danas još doduše dio meteorologije, nu nema već sumnje, da će se i ona i klimatologija razviti u posebne nauke i od meteorologije odciepiti. Taj se proces već sada može vidjeti u nauci.

Nu kako je nauka do danas našla tek manji dio zakona, o koje se vežu pojavi u atmosferi, razumjet ćemo i to, da uz mladu naučnu meteorologiju živi još krepkim životom stara, mogli bismo reći, pučka meteorologija, koja je u opreci s rezultatima prve. A nije uz te prilike čudo ni to, da još danas mogu nicati kojekakove teorije s naučnim ruhom, koje u širokim slojevima nadju puno pristaša, makar da se je moderna meteorologija u posljednjim desetcima ovoga vieka dostala vrlo liepih uspjeha.

Baš je s tih razloga držao pisac ove knjige, da će ugoditi želji „Matičinih“ vjernih prijatelja, kojima je do toga stalo, da svoje pravo znanje što razšire, što popune, ako pokuša, da im tu novu naučnu meteorologiju na temelju svojih mnogogodišnjih studija o toj stvari i uz upotrebu najnovije literature drugih naroda, prikaže u ruhu, koje može da zanima i udovolji svakoga naobraženoga čovjeka, koji je rad doznati, što je sadržina toj nauci, što joj je cilj, i kakove je do danas uspjehe postigla, pa da ga na tom temelju za nju i predobije.

Kao što u astronomiji, može i ovdje suradnja nestručnjaka nauku u obće pomoći u velike, napose pako nauku hrvatsku.

Razumije se po tom, da je pisac upotrebljavao savjestno najnoviju literaturu i stručnu i popularnu, u koliko je mogao da dodje do nje.

Evo važnijih djela: A. Guillemin: Le monde physique. Tome IV. i V. Paris 1885. — C. Flammarion: L' Atmosphère. Paris 1888. — Agnes Giberne: Das Luftmeer. Prievod s englezkoga od E. Kirchnera. Berlin 1896. — R. H. Scott: Elementare Meteorologie. Prievod s englezkoga od Freedena. Leipzig 1884. — H. Mohn: Grundzüge der Meteorologie. 4. izd. Berlin 1887. — W. I. Van Bebber: Lehrbuch der Meteorologie. Stuttgart 1890. — R. Abercromby: Das Wetter. Prievod s englezkoga od Perntera. Freiburg 1894. — I. Hann: Handbuch der Klimatologie. 2. izdanje. Stuttgart 1896.—1897. 3 svezka. — I. Hann: Die Erde als Ganzes, ihre Atmosphäre und Hydrosphäre. 5. izd. Wien 1896. — F. Umlauft: Das Luftmeer. Wien 1891. — I. Hann: Die Temperaturverhältnisse der österreichischen Alpenländer. I. II. III. Sitzungsb. der k. Akademie Wien. Bd. 90. 91. 92. 1884.—1885. — I. Hann: Die Verteilung des Luftdruckes über Mittel- und Süd-Europa. Wien 1887. i dr. — Osim toga časopisi: Meteorologische Zeitschrift. Hann-Hellman. Wien. — Himmel und Erde. Dr. G. Meyer. Berlin, i meteorologičke radnje u Radu jugosl. akademije u Zagrebu.

U Zagrebu, početkom prosinca god. 1897.

Oton Kučera.

VRIEME.

CRTICE IZ METEOROLOGIJE.

„In ea vivimus, movemur et sumus"
„U njemu živimo, hodamo i jesmo".

Košulja je čovjeku najbliža." Je li išto na svietu, što bi pažnju našega razuma moglo na se svraćati više, je li išto na tom svietu, što bi imalo za nas izravnijega, što trajnijega, pa i većega interesa od predmeta, kojim se kanimo pozabaviti u ovoj knjizi? Ta uzduh je ili, kako se govori gdjegdje, zrak,* što ga udišemo, ono, što čini, da Zemlja životom živi! Oceani, mora, rieke, zemlje, biljke, životinje, ljudi . . . sve, sve živi samo po uzduhu i živi u njemu. Veliko more uzduha oblilo je cielu kuglu zemaljsku, u valovima se njegovima kupaju i najviši bregovi i najdublje doline, na dnu njegovome živimo, uronjeni od kolievke do smrti u njemu. Uzduh oživljuje crvenu tekućinu, što se razlila po plućima, kad udišemo; njim se otvara slabašni život djeteta, kad prvi put ugleda bieli sviet, njemu predaje umirući čovjek svoj posljednji dah, kad se pružio na smrtnu postelju. Po njem su se zazelenile široke prairije, od njega se hrane sitni cvjetići skriveni u travi, ali i ogromna stabla, koja cieli viek svoj u se krcaju

* U sjevero-zapadnoj Hrvatskoj govore onomu, što udišemo: „zrak", za latinski: „aër", njemački: „Luft", talijanski: „aria". Nu „zrak", „zraka" u narodu znači zapravo: „radius solis", „Sonnenstrahl", „il raggio di sole". Pokojni Bogoslav Šulek je već god. 1861. u »Gospodarskom Listu« (str. 195.) odlučno zagovarao, da se rabi za: „aër", „Luft", „aria" rieč: „uzduh", koja živi i u hrvatskom narodu, a imaju je u tom značenju i Rusi i Česi. Zato se i u ovoj knjizi za „aër", „Luft", „aria" upotrebljava rieč: „uzduh", iz čega je izvedena i u nas već davno primljena rieč „uzdušnina" za: „luftförmige Körper". Mjesto pridjeva „zračni", koji posve drugo znači, upotrebljava se u ovoj knjizi: „uzdušni", a za rieč: „atmosfera" često: „uzdušno more", „uzdušni ocean".

sunčane zrake, da nam ih poslije tisuća godina opet vrate u drugom obliku. Uzduh je uzrok, da se je naš planet presvodio divnim azurnim svodom, pod kojim živimo, kao da smo jedini stanovnici u beskrajnom svemiru. On nam večeri i zore pozlaćuje krasnim rumenilom, u njemu se rode krasna polarna svjetla, po njem lete žarke striele, on je leglo mnogih prekrasnih pojava svjetla. Čas na nas izlije more svjetla i topline, čas opet zastre nebo crnom tminom. Čas slaže oblake u fantastične, ali krasne oblike, čas opet izlije iz njih čitave rieke vode po izsušenim poljima. Uzduh nam nosi miomiris sa brežuljaka, na njegovim se krilima prenosi glas životinja i ljudi od jednoga mjesta na drugo, piev ptica, šum iz šumâ, plač pjenećih se valova. Da nema uzduha, kugla bi zemaljska bila troma i tvrda, niema i mrtva. Po njem je puna živih bića u svakom obliku!

More uzdušno umotalo je Zemlju u tanku, posvema prozirnu tekućinu; kroz nju nam dolaze žarke zrake Sunca, kroz nju oko naše može da pògledâ u bezkrajni svemir sve do predalekih zviezda. Da ne bude takova, goleme li razlike prema današnjemu stanju. Astronomije ne bi ni bilo, i mi jamačno ne bi imali ni pojma o tom, gdje nam je i kakovo nam je mjesto u svemiru. Bili bi u vječnoj magli, kao da smo se rodili sliepi. U blagom i prozračnom uzduhu oživjela je ljudska misao, od njega živi i tielo. Je li zbilja tako? Njegovi nepromjenljivi atomi bez prestanka sastavljaju žive stvorove: naša tjelesa, tjelesa životinja i biljaka nisu ništa drugo nego ustaljeni i otvrdnuli uzduh! Svaka drobnica uzduha, što ju izdišemo, ulazi u živu stanicu i veže se u njoj, pa nakon dugog putovanja po prirodi, na koncu opet dodje u druga ljudska tjelesa. Od istih se počela uviek grade različita bića: sve što udišemo, pijemo i jedemo, to su drugi već milijun puta udisali, popili i pojeli. Sve što je živo ili mrtvo, sve je sagradjeno od iste materije, ali u vječnoj mieni stvorova i stvari. Uzduh dakle drži sveukupno živovanje, pa ga bez prestanka pomladjuje; nu on nosi u svojim prozračnim valovima i klice smrti: one mikroskopske sitne mikrobe, koje nauka baš sada tako pomno izpituje, ne bi li odredila, kako utječu na zdravlje i bolest . . .

Ponavljamo: je li igdje predmet vredniji ozbiljnoga proučavanja od životne tekućine, u kojoj moramo da živimo, koja podržava cielo naše mišljenje i fizički život?

Poznavanje toga uzduha ili atmosfere, njegova fizikalna svojstva, poznavanje gibanja njegovoga, njegovoga rada oko života, proučavanje veličanstvenih, a gdjekada i strahovitih sila, koje se znadu

roditi u njegovom krilu, znanje zakonâ, kojima se ti pojavi pokoravaju, čini posebnu granu ljudskih studija.

Ta se nauka već od vremena Aristotelovih zove: meteorologija. Strogo značenje te rieči ne pokriva se posvema s današnjim obujmom ove nauke. Meteor znači za pravo „uzdignuto, što se zbiva u uzduhu visoko, u gornjim njegovim vrstama.“

Danas je meteorologija nauka o svim pojavima u uzduhu, jer ne možeš odieliti izpitivanje o uzduhu od izpitivanja o tlu i vodi na površini Zemlje, koji neprestano i bitno utječu na uzdušni omot zemaljske kugle.

Tiče se radi toga meteorologija u velike i drugih grana velike nauke o prirodi. Iztičemo ovdje u prvom redu astronomiju, koja nas uči, kako se planeti, dakle i Zemlja, gibaju oko Sunca, a od toga gibanja dolaze dani i noći, godišnje dobi, različna podneblja (klime,) utjecanje Sunca na Zemlju — sve u jedno: to je temelj meteorologiji. Nu tiče se i fizike, koja izpituje i mjeri sile, koje se u uzduhu razmahuju i fiziologije, koja tumači utjecanje njegovo na sve, što živi na Zemlji.

Meteorologija je kao samostalna nauka veoma mlada, najmladja u kolu prirodnih nauka. Nu koliko vriedi čovjeku, pokazuje se izvanjim načinom najbolje u tom, što joj kulturne države dižu već danas posebne palače, a u budgetima njihovima je meteorologiji stalno mjesto sa svotama, koje zajedno čine više milijuna na godinu!

Mladost nam njezina tumači još jedan pojav, na koji smo rad osobito svratiti pažnju prijaznih čitateljica i čitatelja, da ne bi ni u ovoj, ni u kojoj knjizi tražili nešto, čega im ne može dati.

Meteorologija kao posebna nauka djelo je sadašnje generacije ljudske: još je mnogo ljudi u životu, koji su bitno utjecali, kad se je rodila. U naše su doba tek postala meteorološka družtva u raznih naroda Evrope i Amerike, u naše su dane tek postali posebni observatoriji, posvećeni samo pitanjima naše atmosfere. U naše doba izuma i velikih tekovina prirodne nauke pada i znameniti dogadjaj, da su u balonima mogli ploviti na sve strane uzdušnoga oceana dignuvši se ujedno do visina nigda prije nedosegnutih.

Prirodno je po tom, da je do danas dovršen tek mali dio u području ove važne nauke. Izpitivanje podneblja, godišnjih dobi, periodičnih pojava u uzduhu, gotovo je dovršeno djelo, koje će čitatelji naći u prvoj polovini ove knjige. Izpitivanje pako neprestanih promjena u našem uzdušnom oceanu, bure i oluje u njemu, baš se sada iztražuju svom snagom. Mi smo od prilike u meteoro-

logiji danas u onom položaju, u kojem je bila moderna astronomija za doba Keplerovo. Astronomija se ova rodila u 17. vieku, na neoborovim temelju motrenja. Prava se meteorologija rodila na istom temelju pod konac devetnaestoga vieka. Što je pouzdano o tim promjenama u uzdušnom oceanu izniela nauka u ovo nekoliko dana svoga života, složili smo u drugoj polovini ove knjige. Iz tih naglih, na oko posvema nepravilnih promjena izlazi ono, što mi zovemo: „vrieme“; te promjene, u mnogim stranama i danas još nedohvatne razumu ljudskom, nose sobom promjene vremena, a proučavanje zakonâ, po kojima se mienja vrieme, to je zanimljiviji dio meteorologije, kojemu je za stručnjaka i nestručnjaka vršak: pitanje o pogadjanju vremena. Ova je strana nauke tek pod konac devetnaestoga vieka stala na svoje noge, otresavši se jedva stoljetnih predsuda, koje su bile bez ikakove prave podloge. Je li čudo, ako ne može da odgovara danas na svako pitanje, koje bi joj se moglo zadati? Nu i u tom smo dielu sabrali rad nauke od nekih petdeset godina o velikim pojavima prirode i silama, koje ih izvode.

Velika većina ljudi na zemaljskoj kugli, makar kojega naroda na svietu, živi ovdje, da si ne zna dati računa o svom mjestu u svemiru i na Zemlji, da i ne pita nikada, koja nam prirodna sila priredjuje svakidanji kruh, zori vino, izvodi gotovo bajne promjene godišnjih dobi; koja nam sila vedri nebo nad glavama i tim budi u nama čuvstva radosti, koja opet budi tužno osjećanje s duge kiše i tmurnog neba zimskog. Kakov je to napokon život, kad ostaneš do groba neznalica u takim stvarima?

Nadamo se, da će svakoga, koji pročita pomnije ovu knjigu minuti tjeskoba ovoga neznanja, koja u svakom naobraženom čovjeku ostavlja osjećaj nezadovoljstva; nadamo se, da će razumjeti, što se oko njega zbiva u velikom uzdušnom oceanu, da će mu biti sve to i dosta zanimljivo, čim se je samo jedan put dao na posao, da nauči stvari i pojave oko sebe prosudjivati, i da razborito obći s prirodom.

Pak i pitanju nada sve zanimljivom i važnom za svakidanji život čovjeka, pitanju: hoćemo li ikada moći na dugo u napried pogadjati dogadjaje meteorologičke, kako danas umijemo unapried kazati podpuno sigurno dogadjaje astronomičke; pitanju, hoćemo li ikada razumjeti zamršenu igru prirodnih sila u uzdušnom oceanu onako, kako razumom našim gledamo veličajni mehanizam nebeskih gibanja, gledat će čitatelji jamačno drugačije u oči, ako prouče ovu knjigu. Na stranicama njezinima naći će materijal, da i sami prosude,

kako danas stoji nauka meteorologička u proučavanju ovoga pitanja, bez dvojbe najzanimljivijega i nada sve važnoga za svakidanji život.

Nu možda je još jedna strana u ovoj knjizi, koja će ugoditi čitateljima. Ne da se tajiti, da su velike političke borbe, koje se vode po cielom svietu, žalostne uspomene prošlih i strah od bližnjih ratova, drmanje temeljnih zidova socijalnoga života, izvor trajnomu nemiru u mnogim čistim i plemenitim duhovima. Nu sva ova trvenja danas već ne mogu da posvema zaokupe i zadovolje mišljenje ljudi i možda je najstalniji rezultat svih tih borba baš taj, da učini ljude ozbiljnije, pa da ih podsjeti, kako treba da se sve jače zadube u nauke. Čini se, da su prošla vremena, kad su ljude mogli uzrujavati romani, komedije i vilinske priče, i mi smo danas kanda više spremni ono nešto vremena, što uhvatimo za čitanje, upotriebiti koristno u tom smjeru, da nam se duh obogati pouzdanim, eksaktnim i plodnim znanjem. To još najviše umiruje uzrujanu dušu. Nema pako pjesme, nema drame, nema pripoviesti, koja bi se poetičnije slušala, ljepše gledala i ugodnije čitala od knjige Prirode. U vječnoj promjeni scenerije, stvari i bića, usred burnoga rada i u najvećoj tišini prirodnih sila, u radosti i žalosti, tajinstvena i zagonetna priroda ide svojim putem, a kuda? K cilju nepoznatom — a sobom nosi sve nas!

I sada, dragi čitatelju, ne stanimo na ulazu ovoga svetišta; udjimo u taj tajinstveni sviet meteora. Pred nama je prije svega uzduh ili atmosfera, to najstarije božanstvo neukoga čovjeka, koje je ljubio i kojega se nada sve bojao. To je Dyaus sanskrta, Zeus Grka, Theos Atenjana, Dies i Deus Rimljana. On je otac bogova: Zeus-pater. U uzduhu, u kojemu sve živi i diše, pozdravljahu mitologije starih naroda dah nevidljivoga stvoritelja, koji ravna svemir. Uzduh nam je zaista najosjetljivije i najbliže očitovanje onih vječnih zakona, po kojima je uredjen kosmos.

„Uzduh oklapa sviet ovaj životonosnom tekućinom; on nam javlja dan i večer, kad dolaze; on nosi oblake i daje kišu; on miluje ljubicu i čupa hrast iz zemlje; on oplodjuje i pustoši; on peče i zebe; u njemu se mieša vatra striele s ledenom tučom; on ustavi vodu na vrhuncima gora; sniežnom haljinom on pokrije opustjele ravnine zimskoga doba; on tali led, oživi žubor potočića, i vraća Zemlji opet proljeće; on je napokon absolutni gospodar naš, promjenljive ćudi, sad veseo, sad tužan, sad miran, sad biesan, radi uviek i svagdje na svietu na tisuću načina i podržava od vieka ovaj sjajni i mnogoliki život, koji se pružio po cieloj Zemlji.“

I.

Uzdušni ocean.

Haljine Zemlje. — Uzduh ili atmosfera. — Što je uzduh? — Težina uzduha. — Meteorologija. — Povjestne crte. — Statistična metoda. — Sinoptična metoda. — Praktična meteorologija. — Visina uzdušnoga oceana. — Putovanja u balonima. — Što vriedi uzduh Zemlji? — Od čega je sastavljen uzduh. — Kisik i život. — Kisik i gorenje. — Disanje bilina. — Uzduh i Zemlja su jedna cjelina.

1.

Raznolike su haljine, u koje se zaogrnula naša postojbina — kugla zemaljska. Na nutrinju, do koje još nije doprlo oko čovjeka, a ni razum joj nije razkrio tajnu, slegla se tvrda, veoma naborana kora. Što je izpod te kore? Kakova je unutrašnjost Zemlje? O tom se pru već stotine godina, ali ni danas nam ne znaju kazati, kakova je utroba Zemlje. Tek toliko stoji, da je veoma vruća i da šalje nešto svoje topline k površini kugle. A kolika je tvrda kora, što nam sakriva neznanu utrobu? I opet pitanje bez odgovora. Novovjeka tehnika izumila je doduše svrdle, kojima nije ništa pretvrdo, satjerala ih je upotrebom najveće snage zaista do dva kilometra u zemaljsku koru i konstatovala je, da je tamo još uviek tvrda kora — stanac kamen. Dva je dakle kilometra zemaljska kora za stalno debela, nu što su dva kilometra prema 12.756 kilometara, što ih brojimo od površine do središta zemaljskoga? Dva su kilometra, što su ljudi ušli u koru zemaljsku, prema tomu polumjeru Zemlje ono isto, što bi na jabuki bio šiljak igle, koji se u nju ni toliko nije utisnuo, da bi joj probo ljusku. Nu recimo, da je kora ne dva nego stotinu kilometara debela, debljina, koje čovjek nikada

jamačno ne bi mogao probušiti, što je i to spram 12.756 kilometara do središta zemaljskoga? Nema tako tanke ljuske na jajetu!

Ta tanka korica zemaljska koliko li je navorana! Ti su nabori slabašnomu čovjeku doduše nedosežne visine i nedohvatne dubljine. Najviši je brieg na zemlji, što znamo Gjaurisankar ili Mount Everest, i dosegnuo je visinu nad pučinom morskom od devet gotovo kilometara (8839 m.). Najveću su dubljinu morsku do sada našli u indijskom oceanu i ta doseže oko osam kilometara. Najveći dakle nabor zemaljski zahvaća čitavih 17 kilometara! Na vrhunac Gjaurisankara do danas još nije stala ljudska stopa, a na dno najdubljega mora jamačno ne će nikada ni stati. A što je 17 kilometara prema polumjeru od 12.756 kilometara? Na Parizkoj je izložbi g. 1889. stajao orijaški globus Zemlje, pak si po skalinama morao obilaziti oko njega. Sviet se u velike čudio, kako su sitni bregovi spram polumjera globusa. Kad bi načinili globus s promjerom od dvadeset metara, Gjaurisankar smio bi se na njem uzdizati nad površinu morsku ravnih sedam milimetara, a najveći nabor zemaljske kore od 17 kilometara bio bi zaista čitavih $13^1/_3$ milimetara visok!

Staneš li od toga globusa samo 20 metara daleko, jedva ćeš taj nabor prostim okom vidjeti.

To su, iz daljine gledane, slabašnomu čovjeku nedosežne visine bregova i dubljine morske! Kad se jabuka osuši, nabori su joj kore kud i kamo u razmjeru veći od nabora zemaljske kore. Nije li dakle s višeg stanovišta opravdano, kad velimo, da je zemaljska kora veoma gladka?

Sve dubljine zemaljskih nabora izpunila je kao nebo modra tekućina — more ili ocean i dobre su tri četvrti ciele površine izpunjene njime. Na ledjima svojim nosi stotine hiljada nestašnih sitnih školjaka, u kojima oni mravi, što lete po kopnima — ljudi — prenose svoje blago s jednoga otočića, što viri iz oceana na drugi. Na ono malo tla, što viri iz njega, smjestilo se 1500 milijuna ljudi, šačica stvorova, koji misle, da su gospodari svieta!

I trećom se haljinom zaodjenula zemaljska kugla. Sva se oklopila veoma nježnim, a ipak gdjekada užasno jakim velom, vrsta se slaže jedna na drugu, svaka prozirnija i tanja od predjašnje, kao da se jedno velo složilo na drugo. To je uzduh ili atmosfera, tvar, koja u sve ulazi, koju ćeš svagdje naći oko Zemlje i u njoj. Možeš putovati od ekvatora k polovima, po kopnu ili po moru, možeš se dići u balonu nebu pod oblake, pa i nad nje, možeš saći

u najdublji rudnik na svietu: svagdje ćeš naći uzduha i nema mjesta na zemaljskoj kugli, gdje ne bi bilo uzduha.

Atmosferom se dakle zaodjenula sva zemaljska kugla i to joj je najgornja haljina, tanka, laka i prozirna do skrajnosti, kao da se nudi svemiru, da joj se divi ljepoti, gledajuć ju kroz tu tanku haljinicu.

Pa što je taj uzduh i čemu je Zemlji?

Rekosmo, da je tvar ili materija, tanka i nevidljiva, ali ipak tvar, kao svaka druga na Zemlji, kao voda ili drvo ili željezo.

Diete, a možda i gdjekoji odrasli čovjek reći će doduše, kad otvori kutiju, u kojoj ništa ne vidi, da je prazna. Nu u njoj je ipak nešto sasma točno odredjenoga, nešto, što može da izvede u zgodnim prilikama silne učinke: u njoj je uzduh. Iste one drobnice uzduha, kojih ruka tvoja gotovo i ne osjeća, kad po kutiji polako prolazi, mogu, razmahane u vihar, lomiti velika stabla, rušiti kuće i odnieti čitava sela, mogu na oceanu uzburkati valove kao kuća visoke, na kojima se najveći brod kao orahova ljuska njiše nemoćan tamo i amo, kud ga valovi tjeraju.

Da je uzduh doista materija, to ti posvema jasno pokazuje i najmanji dašak uzduha: osjećaš na svojim obrazima, kako drobnice uzduha na njih udaraju. Uzduh dakle spoznajemo opipom, kao i svaku drugu tvar. Jašeš li ili trčiš u mirnom uzduhu, osjetit ćeš to isto. Mašeš li naglo rukom po uzduhu, osjetit ćeš pače i odpor njegov.

Uzduh se može ugrijati i ohladiti kao svaka druga materija. Svi dobro znamo razliku, ako se zimi hladan, a na sparnom ljetnom danu topli uzduh takne našega tiela, pa mu nešto od svoje vrućine dade ili mu pako od njegove topline nešto uzme.

Uzduh je i težak kao svaka druga materija na Zemlji. Litra vode ili (što je isto) jedan kubični decimetar vode, težak je ravno jedan kilogram. Kubični decimetar željeza puno je teži: sedam kilograma, a kubični decimetar olova još je teži: jedanaest kilograma. Nu i litra uzduha ima svoju odredjenu težinu, koja je doduše mnogo manja od spomenutih, ali je zato ipak ima. Ti doduše ne osjećaš ni malo težine uzduha, kad pružiš dlan, nu fizičari izumiše sisaljaka, s kojima znadu izvući sav uzduh iz staklenih balona. Vagnuvši balon prije i poslije sisanja, nadjoše, da je litra uzduha kud i kamo lakša od litre vode: težina mu je tek 1·3 grama, dakle je uzduh prema tomu. kako će ti pokazati mali račun, ravno 777 puta lakši od vode. Nu i bez skupocjenih sisaljaka može se svatko s pomoću dobre vage osvjedočiti o toj zanimljivoj činjenici. Napuni bocu od

litre vodom (čistom), vagni ju i odbij 1 kilogram; dobio si težinu stakla. Izlij vodu i dobro osuši svaki kap, pa se je boca sama napunila litrom uzduha. Vagni bocu ponovno i odbij težinu stakla, pa ćeš dobiti težinu jedne litre uzduha. Što budeš opreznije radio, to ćeš točnije dobiti za tu težinu 1·3 grama (točnije: 1·292754 grama).

Iz toga odlučnoga pokusa izlazi, da se i uzduh, kao i željezo ili olovo pokorava sili teži, kojom Zemlja privlači k sebi sve oko sebe i na sebi, a to će opet reći: uzduh je materija, jer samo materiju može da privlači druga materija.

Po tom je i svakomu jasno, da uzduh mora da zaprema nekakov prostor, jer ne može biti materije, koja ne bi bila u prostoru. Ova može da bude i laka i tanka i veoma elastična, ona se može dati i veoma stlačiti. Druge materije mogu da posvema lako u nju prodiru, pa ju razkinu i stisnu: nu za to ipak uzduh mora da zaprema nekakov prostor. I doista on je zapremio prostor nad površinom zemaljskom: oko ciele se je kugle ta čudna materija slegla, u nju je umotana ciela kugla, pa je zato opravdano, da ju krstimo uzdušnim oceanom.

U tom oceanu provodimo čitav svoj viek, po dnu njegovom puzamo mi milijuni sitnih ljudskih bića od poroda do groba. Ta jedina spoznaja dosta je, da nas potakne na razmišljanje o njem, na proučavanje svih pojava, koji se zbivaju u njemu, pa da se onda tim znanjem i okoristimo, što bolje možemo.

Uzdušni ocean dakle i sve, što se u njemu zbiva, to je predmet ovim crtama. Posveti li prijazni čitalac nešto pomnje ovomu razlaganju, što dolazi, razširit će mu se jamačno toliko krug njegove spoznaje o prirodi, da ne će odložiti nezadovoljan ovu knjigu iz ruku. Ta tih je pojava u uzdušnom oceanu velik broj, čudni su i mnogo zanimljivi, dosta ih je i zagonetnih, pa nam zaokupljaju cielo mišljenje, a svi se tiču naše kože više nego ikoji pojavi druge vrste. Nu ponovno molimo u čitatelja i čitateljica nešto pomnje i mišljenja, jer je stara rieč: bez muke nema nauke!

2.

Sve, što znamo o pojavima u uzdušnom oceanu, tekovina je najnovijega vremena, s toga je nauka o tim pojavama, kako rekosmo, najmladja sestra u kolu prirodne nauke, pa nije čudo, da je meteorologija danas još nedotjerana nauka. Nu i u tom pedlju vremena

prikupilo se toliko pouzdanih rezultata, da joj krivo čine svi oni tobože naobraženi ljudi, koji o njezinim uspjesima govore tek priezirom.

Prvi termometar sagradio je Drebbel godine 1705., a prvi barometar Toricelli godine 1643. Prije obreta ovih dvaju aparata za mjerenje topline i tlaka u uzduhu, nije se moglo pravo ni govoriti o kakovoj meteorologiji. Pitanje o promjenama vremena doduše veoma je staro, nu to se pitanje u starom vieku pobrkalo s tolikom množinom sujevjerja, da se je nauka kasnije tek uz velik napor morala po malo otresati toga balasta, a to joj je jako priečilo razvijanje. Veoma je zanimljivo pratiti utjecanje sujevjerja u meteorologiji u starom vieku, ali ovdje nije tomu mjesta. Koga bi to zanimalo, neka uzme u ruke knjigu: van Bebber, Handbuch der ausübenden Witterungskunde; I. Theil. Nada sve je štetno utjecao nesretni problem o pogadjanju vremena i on je glavni uzrok, što je meteorologija tako dugo spavala. U prastaro se već doba javlja ovo pitanje, ali nitko ga nije umio da rieši. U svako je doba bilo dosta ljudi, koje je zavodila što nada na veliku slavu, što na materijalno bogatstvo, da napuste jedini izpravni put iztraživanja u prirodnoj nauci, put izkustva, pa su kušali, da u jedan mah preskoče sve ograde i zapreke spoznaji istine, koje se obično svladavaju tek mučnim i nada sve uztrajnim radom.

Problem o pogadjanju vremena izlazio je ljudima sve teži, sve se više sakrivali uzroci tim pojavima i njihovim toli hirovitim promjenama. Sve su više ljudi gubili vjeru, da će u obće naći uzroke tim pojavima i njihovu uzajmičnu svezu, pak su radi toga došli na nesretnu misao, da uzrok promjenama vremena u obće i nije na Zemlji, nego izvan nje u zviezdama. Tamo je zapisan udes ljudi kao u velikoj tajinstvenoj knjizi, tamo su tražili i uzroke promjenama vremena, pa da odgonenu pismo ove tajinstvene knjige, trudili su se ljudi čitave viekove. S podpunim su pravom Sunce smatrali glavnim uzrokom godišnjih promjena u vremenu, jer se je pravilno izmjenjivanje godišnjih dobi prema položaju Sunca posvema jasno izticalo. Nu analogijom su prenieli utjecanje Sunca i na druge zviezde tim radije, što su veoma raznolika gibanja i položaji zviezda bili posvema prema hirovitim i raznolikim promjenama vremena na Zemlji, pa su se nadali, da će u tom naći ključ, po kojem će odgonenuti sve nepravilne promjene vremena, koje svaki čas znadu pobrkati pravilni red godišnjih promjena, pa se nikako ne mogu protumačiti gibanjem Sunca.

Uz Sunce činio im se Mjesec najsilnije tielo na nebu; u svojim raznovrsnim fazama i položajima prama drugim zviezdama činio im se prava slika i prilika hirovitim promjenama vremena i tako je dobio Mjesec zadaću, da odredjuje vrieme na Zemlji! Ovo prastaro sujevjerje, trajalo je sve do polovice našega vieka, a dosta je svieta, koji i danas u to vjeruje. Seljačka pravila o „mieni Mjeseca“, proricanja stoljetnoga kalendara i sva ostala proricanja o promjenama vremena na temelju utjecaja Mjeseca i zviezda neprolazni su spomenici naivnog shvatanja prirode, koje nije niknulo na izkustvu, nego je izmišljotina ljudske volje, ali toj se priroda ne pokorava.

Pa i poslije izuma barometra i termometra, kad su ljudi bar umjeli mjeriti stupanj topline uzduha oko sebe i njegovu težinu, pa tim mogli konstatovati, da se masa uzduha na istom mjestu mienja; kad su već na raznim mjestima Evrope stali redovno motriti i bilježiti ove dvie stvari, veoma se polako mienjalo mišljenje o promjenama vremena.

Gdje su Mjesec i ostale zviezde tako dugo i absolutno vladali, tu je bilo slabo vjere u neznatne na oko podatke termometra i barometra. Još je uviek ostalo polje širom otvoreno sujevjernim sanjarijama bez smisla, polje obraslo dračem svake vrste, koji je uhvatio tako duboko korienje, da je sjeme prave nauke tek polako, veoma polako i riedko moglo nicati.

Prvi uspješni pokus da se urede motrenja o promjenama vremena na većem teritoriju potječe radi toga tek iz konca prošloga (18.) vieka. „Societas meteorologica Palatina“ u Mannheimu u Bavarskoj od g. 1780. do g. 1792. uredila si je prva veću mrežu mjesta po Evropi, pače i Americi i na Grönlandu, gdje su tri put na dan o odredjenim rokovima motrili i bilježili podatke o vremenu. Sakupljeni podatci bili su temelj znamenitim radnjama njemačke škole u prvim decenijama ovoga vieka, kojoj je na čelu bio Berlinski profesor Dove, koji je svojim sjajnim radnjama dugo vremena odredjivao smjer meteorologičkoj nauci, akoprem je nauka u novije doba pokazala, da su žalibože te radnje u svojim konačnim rezultatima bile krive.

Čim se je sabralo dosta materijala, počeše ga redjati za svako mjesto po godinama i tražiti srednje vriednosti temperature, tlaka uzduha i dr. za pojedine dane, mjesece i godine. Iz ovih si srednjaka mogao razabrati, kaki je poprieko karakter vremena na tom mjestu Zemlje, a kad bi izporedio promjene ovih srednjaka u dužim od-

sjecima vremena ili odklone najskrajnijih vriednosti od mnogogodišnjeg srednjaka, mogao si odrediti granice, unutar kojih se pojave vremena u nekom kraju kreću i tim je bio odredjen klimatički značaj toga mjesta.

Kad su onda dalje isporedjivali klimatičke značaje dalekih mjesta, mogli su pobliže odrediti razliku u klimi (podneblju) različitih krajeva zemaljskih, koje su se očitovale baš u tom, kako se razvijaju prosječne pojave vremena u raznim krajevima.

Ako se i mora priznati, da je ova metoda doniela mnogo ploda mladoj nauci meteorologiji, valja priznati i to, da za izučavanje mnogih pojava nije dostatna. Nas u prvom redu izazivlje prividno sasma nepravilni, gotovo hiroviti tečaj vremena, gotovo nebrojene raznolikosti u promjeni vremena; nas zanimaju u prvom redu, kako pri tom utječu oni faktori, koji sastavljaju vrieme, pa napokon, kako se pojedine pojave vremena vežu s velikim obćenim cirkulacijama u našoj atmosferi. Tu je pravo polje meteorologiji. Da odkrijemo zakone i uzroke tim pojavima, za to nisu dostatni bili rezultati opisane metode. Srednje vriednosti nalik su na nieme kipove, u kojima nema daha svježeg života; one nam daju samo idealno stanje atmosfere, koje se ili riedko ili nikada ne pokazuje, u njima se posvema izbriše neprekinuti prielaz iz jednoga stanja atmosfere u drugo, a baš ovi, gdjekada veoma nagli prielazi jesu najzanimljiviji i najvažniji dio u nauci, koja želi da izpita zakone i uzroke, po kojima se mienja vrieme. Samo pomno razmatranje pojedinih pojava vremena dovesti će nas do toga, da uhvatimo jasnu sliku njihovu, da spoznamo promjene u njihovom tečaju i da odkrijemo napokon i prave uzroke tim promjenama. Na ovećem prostoru n. pr na zapadnom dielu evropskoga kontinenta ima vrieme neki karakter. Red je na meteorologu, da uhvati faze u razvijanju toga vremena, kako se očituju na svim mjestima u istom času, da ih izporedi s fazama prije toga i poslije toga, pa tim tek dobije podpunu i jasnu sliku o tom, kako se je vrieme u tom slučaju zaista mienjalo, pred njegovim se duševnim okom prelievaju svi pojavi vremena neprekidno jedan u drugi.

Do toga vodi druga novija metoda meteorologije, koju zovu sinoptičnom metodom. Sastoji se u tom, da se pojedini elementi vremena, koje obuhvaća u zadanom času oveći teritorij, zabilježe na geografskoj karti. Baciš li oko na tu kartu, možeš pregledati pojave vremena na čitavom teritoriju. Načiniš li to isto 24 sata

kasnije, uhvatio si jednim mahom sve promjene vremena, koje su se na tom teritoriju zbile za ta 24 sata.

Nu ova metoda proučavati vrieme mogla se je uspješno razviti tek onda, kada se je telegrafska mreža razširila po cielom svietu. Telegraf u službi meteorologije bila je nuždna podloga novoj metodi, koja je u ovo nekoliko godina, što je uvedena, nauci doniela liepe plodove.

Malo vremena iza toga, što su države bile medju sobom svezane telegrafskim žicama, niknula je misao, da se primieni telegraf u meteorologiji. Osobiti pojavi u uzdušnom oceanu, u prvom redu jake oluje, koje bi počinile veliku štetu, strašne tuče, obilne oborine, od kojih bi nastale poplave, dojavljivali bi telegrafom novinama. Pokazalo se u tim slučajevima u brzo, da možeš električnom strujom preteći i najžešći vihar, koji se javi negdje u Evropi, pa se u smjeru vjetra pravcem dalje giba, i da možeš još za vremena upozoriti dotične krajeve na to, kakova im pogibelj prieti.

Austrijski meteorolog Kreil i amerikanski Piddington u isto su vrieme tu ideju iztakli (1842.). Oba su u prvom redu mislili na brodarstvo. Nu kraj tadanjih nesavršenih telegrafa misao se nije dala odmah izvesti. Na temelju radnja amerikanskih meteorologa Espyja, Redfielda i nada sve Loomisa kušali su najprije Amerikanci da upotriebe telegrafičke viesti o vremenu za brodarstvo na obalama atlantskoga oceana. U Evropi bio je povod sličnim pokusima osobite vrste pojav u uzdušnom oceanu. Silni vihar, koji je u zapadnoj Evropi postao, valjao se prama iztoku kroz cielu Evropu, pa je dne 14. studena god. 1854. združene mornarice u crnom moru gotovo smrvio i tabor u Balaklavi zaista uništio, a jedan je ratni brod potonuo. Slavnomu je astronomu Leverrieru naložio francuzki ministar rata, da iztraži uzroke, s kojih je postao taj strašni vihar, koji je po čitavoj Evropi nemilo harao. Iztraživanje po novoj sinoptičnoj metodi donielo je ovaj veoma zanimljivi rezultat: Vihar je išao Evropom od sjevero-zapada na jugo-iztok, pa da su ga telegrafski iz Beča javili u Krim, bila bi viest još za vremena došla u Krim, da se mogu i mornarica i vojska zakloniti. Na temelju ovoga rezultata uredjen je u Francuzkoj godine 1856. podpuni sustav telegrafski za vrieme, pa su se od godine 1857. svaki dan publicirale viesti. U aprilu godine 1860. počeli su izdavati telegrame za luke, a u kolovozu godine 1863. počeli su svaki dan slati u sve luke brzojavne viesti o vje-

rojatnom vremenu za sutradan, koje su se upirale o prilike vjetrova i o tlak uzduha po Evropi.

Prognoze u svrhe ratarstva počeli su izdavati mnogo kasnije, naime godine 1876.

Telegrafska meteorologička služba naglo se je razširila po cieloj kugli zemaljskoj i danas se iztiču osobito tri sustava za telegrafiranje vremena: 1) Evropski ili kontinentalni sistem. koji se je razvio iz Leverrierovog sustava francuzkog; 2) englezki sistem, što ga je utemeljio admiral Fitzroy i 3) amerikanski sistem, najbolji od svih, bio je do godine 1891. vojnički uredjen, a od toga vremena prešao je „Signal Service“ sasma u upravu gospodarskog odsjeka.

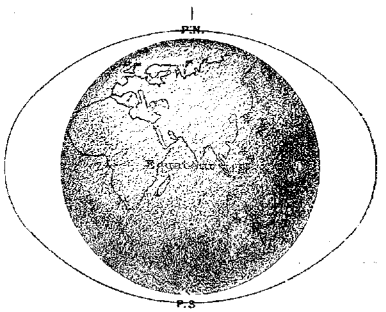
Iz ove kratke crtice o razvitku moderne meteorologije razabrao je čitalac jamačno i sam, da su obje glavne metode meteorologičkoga izpitivanja pojava u uzdušnom oceanu čeda naših dana; je li čudo, da rezultati nisu onakovi, kakovih bi si čovjek u interesu pogadjanja vremena želio? Nu pravi su put izpitivanju našli, temeljni su zakoni danas već odkriveni, a stotine marljivih ruku rade na tom, da podignu započetu gradnju sa temelja u vis. I mi idemo, da te temelje sa svih strana razgledamo.

3.

Dosta je mučan posao za čovjeka izpitivati pojave u uzdušnom oceanu. Ta mi živimo samo na dnu toga oceana! A dubok je. Pogledaj samo, kad je liep sunčani dan, na nebo. Uzduh, koji je oko tebe bez ikakove boje i skroz proziran, pokazuje ti liepu modru boju, dokaz, da veoma visoko seže. Misle da to nije prirodna boja uzduhu. Kad bi to bila, bio bi za nas uzduh kao modro staklo, pa bi mi Sunce morali vidjeti modro. Modrina neba je odraženo sunčano svjetlo. Ako se pako odrazuje, mora da je nešto u uzduhu, od čega se odrazuje. Pa tako i jest. Posvema čist uzduh bio bi svakako bez ikakove boje, ali takova uzduha nema nigdje na svietu. Sva je atmosfera puna najsitnijeg praška, koji je tako sitan, da ga ne vidimo, a tako je lak, da lebdi u uzduhu. Toj prašini prišivaju modrinu neba: ona razsipa sunčano svjetlo i tim proizvodi modrinu neba. Ako pošalješ zraku jakoga bieloga svjetla u tekućinu punu najsitnijih atoma, opazit ćeš i u njoj istu pojavu: kratki modri valovi svjetla, što su u bielom svjetlu sunčanom, obilnije se odrazuju

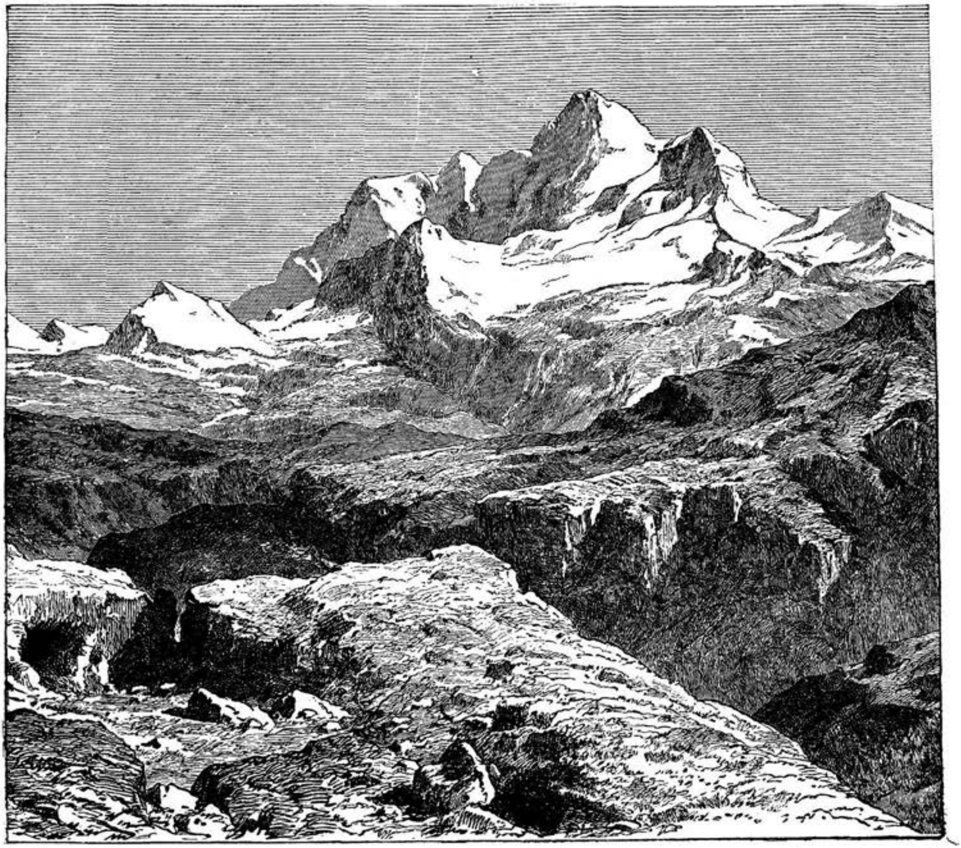
od sitnih atoma, nego li dugački crveni valovi, pak nam se voda čini modra. Tako si tumačimo tamnu modrinu vode, tim tamniju, što je voda dublja, i krasnu plavu boju atmosfere.

Po toj boji već zaključujemo pravom, da je naša atmosfera veoma visoka. Kolika je visina atmosfere? U znoju se lica svoga penju ljudi na najviše bregove, u istinu pak sitne nabore, koji su još uviek na dnu uzdušnog oceana; sitni su spram dubljine oceanove, ako i ne spram nas. Mi smo od prilike u istom položaju, u kojem je rak u akvariju, koji neprestano puza po dnu njegovom; samo je rak u malom carstvu vode, a mi smo u velikom uzdušnom oceanu. Nad njim je jedva jedan metar tekućine, u kojoj živi; nad nama je mnogo kilometara tekućine, u kojoj živimo. Raci jamačno ne vide preko ograničenog svog vodenog carstva, oko naše pako vidi daleko nad našu atmosferu. Sada će svatko razumjeti, da je težko izpitivati uzdušni ocean. Sva opažanja, što ih mi ljudi možemo učiniti, vezana su na onaj mali dio uzdušnog oceana, koji je oko nas, nikada se ne možemo dignuti nad atmosferu, da ju gledamo iz vana kao cjelinu. Svaki nam čas može laka maglica zastrti vidik i zapriečiti motrenje. Baš bi tako nepriličho bilo raku, koji bi htio da izpita vodu, kad bi svojim nogama uzvitlao nešto mulja u vodi oko sebe. Prije su cienili visinu atmosfere na nekih osamdeset kilometara nad površinom Zemlje. Kolika je zaista, to možemo tek pogadjati i zaključivati po odredjenim znakovima. Prikovani na dno oceana, ne možemo da izmjerimo, kako se visoko uzdiže nad našim glavama. U najnovije vrieme misle, da je atmosfera najmanje trista ili četiri stotine kilometara visoka, a možda je pače pet ili šest stotina kilometara visoka. Ona nije podpuna kugla. Po računu Laplaceovom mogla bi se atmosfera planetâ poradi centrifugalne sile, koja se razvija kod vrtnje planeta oko osovine, najviše toliko splosnuti, da joj je promjer na ekvatoru još jedan put tako velik, kao promjer na polovima. To je matematična granica atmosfere, kako ju pokazuje naša slika (sl. 1.). U istinu ona nije ovako pretjerano splosnuta, premda je svakako na ekvatoru nešto



Sl. 1. Matematična granica atmosfere.

deblja nego na polovima. Nu tamo na granici je uzduh već posvema drugačiji, nego na dnu oceana, gdje ga mi dišemo. Što se više penjemo, uzduh je sve rjedji. Tamo gore zaprema ista množina uzduha kud i kamo više prostora, nego ovdje na Zemlji. Drobnice su tamo mnogo dalje jedna od druge.



Sl. 2. Gjaurisankar, najviši brieg na Zemlji.

Tko se penje na visok brieg ili se diže u balonu, osjeća to veoma jako. S početka mu je uzduh samo lakši i ugodniji, jer je rjedji nego u ravnini. Nu čim postane još rjedji, dah je sve kraći i srce jako tuče: osjećaš neugodan tlak. Kad bi se sve dalje penjao, zagušio bi se napokon.

Gjaurisankar je visok oko 8·8 kilometara (sl. 2.). Još se nije čovjek popeo na vrhunac njegov, a težko, da će se ikada moći

popeti. Nema dvojbe, da bi čovjek i na onom vrhu mogao neko vrieme dihati, kad bi ga tkogod tamo smjestio; nu kako bi čovjek tamo mogao doći, toga si ne možemo pravo da predstavimo. Riedki bi mu uzduh davno prije, nego što bi došao tamo, slomio snagu toliko, da bi se jedva mogao gibati. Kad bi ga tko onamo posadio, jamačno bi ondje samo ležao na zemlji težko dišući. U početku devetnajstoga vieka kušao je Alexander Humboldt, da se popne na Chimborasso u Andama, po tadanjem mišljenju najviše gore na Zemlji. Nu i njega i njegove pratioce spopala je muka i vrtoglavica, jedva su se vukli i težko su disali, pa su se morali vratiti. Tek sedamdeset godina kasnije uspio je u tom poslu Whymper. I ovaj put su odvažne turiste snašle težke boli: slabina, glavobolja, groznica i težko disanje; najvećim naporom ipak su došli na vrhunac (6300 metara). Jednu su noć prenoćili pod vedrim nebom 5000 metara nad morem, a sutradan stajali su pobjednici na vrhuncu Chimborassa. Zadnji kilometar penjali su se punih pet sati, dok čovjek u ravnici kilometar lako prodje za 10 minuta! Morali su da prolaze kroz veoma mekani snieg, pa su si ga pred sobom odgrtali metar po metar i četveronožke dalje puzali. Ovaki napor u toliķoj visini i u tako riedkom uzduhu pokazuje, što može čovjek, kad je u njega željezna volja. U tim visinama mogu živjeti samo još ptice. U Andama kondor, a u Alpama samo orao i jastrieb mogu letjeti preko najviših vrhunaca. Posebne se samo vrste ptica dižu u sve veće visine, i svaka visina ima svoje ptice, kako to pokazuje naša slika (sl. 3.). Evo im imenâ: 1. Kondor (njega su vidjeli u visini od 9000 metara). 2. Brkut. 3. Bjeloglavi strvinar. 4. Huhoraš. 5. Orao. 6. Urubu. 7. Škanjac. 8. Sokol. 9. Kobac. 10. Kolibri. 11. Golub. 12. Egipatski strvinar. 13. Lastavica. 14. Čaplja. 15. Ždral. 16. Patka i labud (žive u jezerima visokim do 1800 m.). 17. Gavran. 18. Ševa. 19. Prepelica. 20. Papiga. 21. Jarebica i fazan. 22. Tučnjak.

Najviši je brieg u Evropi Montblanc (4800 metara). De Saussure popeo se je prvi godine 1787. na nj. Osjećao je čuvstvo velikog straha i umora. Kad se je vrhuncu primicao, morao je stati svakih petnaest koračaja ili leći, i mnogo puta on i njegovi pratioci malo da nisu pali u nesviest. Kao što na moru morska, tako u visokim gorama stigne čovjeka gorska bolest.

Kad čovjek navikne riedkom uzduhu, bolest popušta. U Andama ima 3600 metara i 3800 metara visoko nad morem čitavih gradova i nikomu ondje ne smeta tanji uzduh.

*

U balonu, gdje se ljudi ne moraju ništa napinjati, popeli su se već u veće visine od najviših bregova. Englezi Coxwell i Glaisher kao da su se do naših dana najviše uzdigli: jedanaest kilometara nad morsku površinu. Ali su i mnogo trpjeli od tankog uzduha i ljute zime. Kad su se drugi put dali na put iz Wolverhamptona, balon se je naglo dizao i za 10 minuta već se je sakrio u oblacima. Opet se je pokazao i opet sakrio, da se iznova pokaže u visini od 4800 metara; nestalo ga opet; poslije ga vidješe kao prozirnu loptu, koja se je sjala kao Mjesec u sunčanim zrakama. Put je trajao od jednog sata po podne do pola pet, i u tom se je vremenu balon digao sedam tisuća i dvije stotine metara visoko. Gorska je bolest snašla putnike i u balonu; nu krv im nije na nos udarila, kako se to obično javlja kod penjanja na bregove, a nije im bilo ni šûma u ušima. Ipak su dosta trpjeli. Glaisher se junački držao i bilježio svaku minutu prilike u atmosferi, makar da mu je bila muka, makar da je osjećao tlak u moždjanima, veliku bol u glavi i 108 udaraca svoga bila u minuti — sve posljedice tankog uzduha. Vidik s visine mora da je bio krasan. Ni najmanji im oblačak nije krio onoga, što je bilo pod njima, i Zemlja im se nije vidjela kao okrugla ploča, nego kao izdubina, koja je okolo na okolo obrubljena horizontom, koji se u daljini uzdizao nad Zemlju, kao rub na tanjuru ili na staklu od ure, kad se preokrene. Turisti dobro znadu tamnu modrinu neba na visokim bregovima. Glaisher i Coxwell ju vidješe i nad sobom i pod sobom; neograničena modrina sezala je duboko dolje k Zemlji u šupljinu pod njima, ali i bez kraja gore nad njima: neizmjeran ocean, uzdušni ocean, bez obala, a u njem su plivali smioni putnici. Bezkrajno more oblaka, koji su neprestano mienjali svoje oblike, gomilalo se u velike bregove uzduž njihova horizonta; gdjekada bi se i složili pa na čas zastrli Zemlju oku njihovomu, koje je jedva podnielo sniežni sjaj njihov. Kako se balon dizao sve više, modrina je postajala sve jasnija, a boje se zemaljske površine gubile sve više. Kad su bili 1600 metara visoko, još su čuli glas ljudi, koji su snažno vikali; 3200 metara visoko čuli su samo krepak lavež psa. Kako se balon giba zajedno s uzduhom, nisu osjećali nikakova treskanja ni guranja, kao na brodu, nikakovoga gibanja napried, kao na moru — jer se gibanju nije ništa opiralo. Za gibanje je balona karaktistična neka osobita tišina i kontinuitet, u koliko se tiče osjećanja putnika. Diže li se balon, čini se putniku, da se Zemlja odmiče;

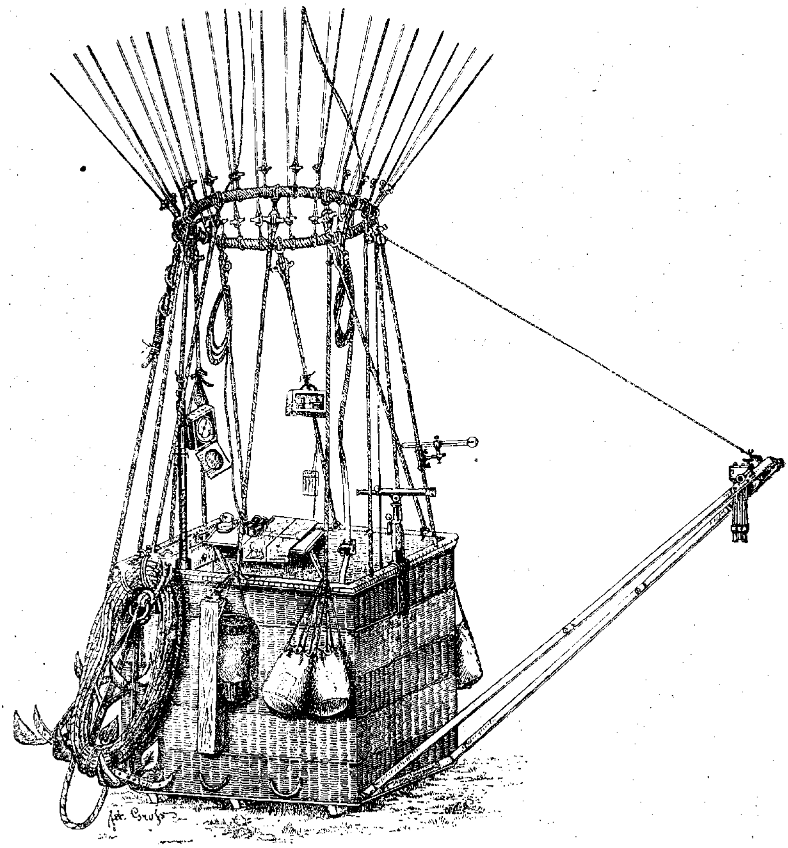
spušta li se, čini mu se, da se Zemlja diže k njemu. O svom gibanju nema putnik gotovo nikakvoga osjećanja. Za ovu varku našao je jedan amerikanski plovac dobru rieč. Reče, da se je baš htio sasma polako spuštati, kad mu najednoć Zemlja udarila o ladjicu balona.

Glaisher i Coxwell digli su se mnogo puta u uzduh. Najzanimljivi je ipak put od 5. rujna god. 1862., kad su se digli do najveće visine, koju je do tada dosegao čovjek, do 11 kilometara i nešto više. Sjetimo li se, da je Gjaurisankar, dva puta tako visok kao Montblanc, i da su se naši putnici toga dana još 2400 metara više digli od najvećega vrhunca u Himalaji, razumjet ćemo i pogibelj, u koju su srtali. Nikad se, ni prije ni poslije ljudi ne popeše više u uzdušni ocean. Tek godine 1894. dosegoše istu visinu dva Niemca. Pravo je čudo, da su se vratili živi na Zemlju. U onim visokim krajevima uzdušnog oceana već nema života; u bezkrajnoj pustoši, kojom su plovili putnici, bila je mrtva tišina; ne čuše ni glasa, ako ne pospješeno kucanje svojih srdaca, težko svoje disanje, kucanje ure i šuštanje ventila na balonu. Kad su pošli sa Zemlje, pokazivao je termometar 15° C. Malo poslije prosiccao je balon vrste oblaka, debele nekoliko stotina metara i napokon dodje u vedro nebo, obasjano žarkim Suncem. Nad njima je tamno modro nebo, a pod njima nebrojeni bregovi oblaka, koji se valjaju kao ogromni talasi. Gdjekada su puštali golube. Jedan, kojega su izpustili osam kilometara visoko nad Zemljom, survao se kao kamen u dubljinu. Od dva goluba, koje su još više sobom nosili, smrzao se jedan, a drugi ležao je u nesvjestici. Osam kilometara nad Zemljom kazivao je termometar — 17° C. Nu sve više juriše hrabri putnici, dok napokon Glaisher ne izgubi sviesti. Da je bio sam u balonu, bio bi umro. Da se u tom času nije otvorio ventil, balon bi ga ponio sve više, gdje bi se bio s nestašice uzduha zagušio. Coxwell ni sada još nije htio da obustavi dizanje balona, ali je ipak oprezno radio. Kad je došao jedanaest kilometara visoko počela i njemu sviest smalaksavati. Još koji minut i obojica bi izdahnula. Sad je tek popustio, ali je i bio skrajnji čas. Ruke su mu već bile iznemogle, zubima je uhvatio uzicu ventila, plin je stao izticati i balon (sl. 4.) se polako spuštao. Oba su se spasila i izveli su do tada nečuveno djelo.

Veliko djelo, ako uzmemo na um, što može da uradi slabašan čovjek. Čini se po tom, da je 11 kilometara skrajnja granica, na kojoj još može da živi čovjek nešto malo vremena. Misle, da se samo nekoje ptice mogu gdjekada popeti još koji kilometar više.

Nu što je jedanaest, pa što je šestnaest kilometara spram dubljine uzdušnog oceana od šest, možda i osam stotina kilometara? Uz najveći napor naš, mi smo zajedno s pticama na dnu toga oceana i možemo tek u najbližoj blizini dna njegovog lepršati.

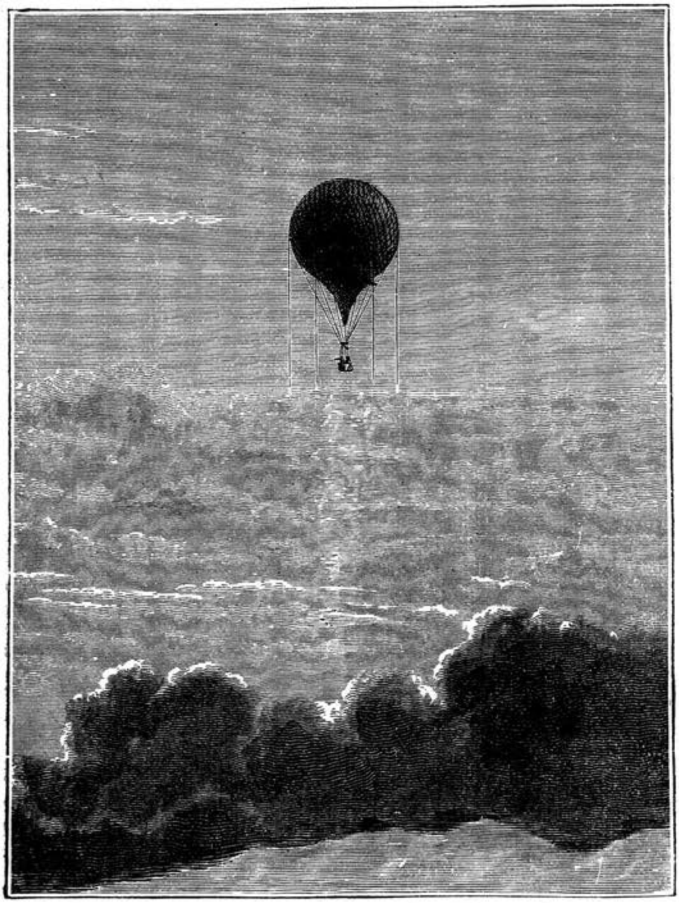
A kako je tamo dalje gore? — —



Sl. 5. Assmannov balon u naučne svrhe.

To nam pitanje ne da mira. Posljednjih godina sagradiše balone baš u naučne svrhe. Smjestiše u njima skupe aparate, koji sami bilježe i visinu, do koje se popne balon i sve prilike atmosfere u tim visinama. Mnogobrojnim pokusima našli su i najbolje oblike za takove balone. Najbolji se pokazao za naučne svrhe Assmannov balon, koji su prije tri godine puštali iz Berlina prvi put, kako ga

pokazuje naša slika (sl. 5.) u donjem dielu njegovom. Tu vidiš u košari najsavršenije meteorologičke aparate, koji sami bilježe pojave u velikim visinama atmosfere, ali ujedno i visinu, do koje se je balon popeo. Šalju ih češće s raznih strana Evrope same u vis, kako bi se dobrom srećom popeli još u veće visine, gdje čovjeku već nema života, tamo



Sl. 6. Balon iznad oblaka.

zabilježili prilike uzdušnog oceana i onda opet natrag došli na Zemlju. Takov „ballon perdu“ digao se doista već nekoliko puta u veće visine, do 15 kilometara, i vratio se sretno na Zemlju, na veliku radost ljudi, koji su s aparata čitali, kako je tamo u uzdušnom oceanu, gdje slabašni čovjek već ne može da živi. U naše

se dane baš izvode u Berlinu, Parizu, Londonu i Petrogradu prvi pokusi ove vrste i pripoviedaju čudne stvari o uzdušnom oceanu. Bit će prilike, da ih spomenemo kasnije, a nadamo se u velike, da će ovaj najnoviji način izpitivanja atmosfere u nedosežnim za nas visinama nauci našoj donieti liep plod. Naša slika 6. pokazuje taki balon u velikoj visini daleko iznad oblaka.

4.

Kakov bi bio naš sviet, da nema uzdušnog oceana oko sebe, težko si možemo predstaviti. Tolika je uloga atmosfere u našem živovanju na zemaljskoj kugli, da je vriedno osvrnuti se na pitanje: što bi bio ovaj sviet bez nje? Fantazija nam mora u tom pomoći, jer još nije bilo čovjeka na svietu bez atmosfere; pa sve da može tamo putovati, ne bi mogao ondje ni časa živjeti. Gore bi mu bilo nego plovcima po uzduhu 11 kilometara nad zemljom: oni imadjahu bar nešto uzduha, pa bilo i tankoga, al ovi ne bi imali nikakvoga.

Dvojaka je vriednost uzdušnog oceana za Zemlju: on joj je na veliku korist, ali ju i poljepšava.

Uzduh je silan ocean, u kom sve diše, što živi. Da kugla nema toga oceana, na Zemlji ne bi bilo ni ljudi, ni sisavaca, ni riba, ni ptica, ni kukaca, u obće ničega što živi.

Kao vodeni ocean, tako se bez prestanka giba i uzdušni ocean. Ako je za sumornog ljetnog dana i najveća tišina, da se ni pero ne može dizati, uzduh ipak nije podpuno miran: on se giba uviek tamo i amo, gore i dolje. Ciela je atmosfera zamršen sustav uzdušnih struja i svaki nešto veći obujam uzduha ima svoj podpuni tečaj strujanja. Digneš li ruku, izveo si već slabašan vjetrić; okrećeš li kolo, izveo si mali vrtlog u uzduhu, u obće svako gibanje tjelesa u uzduhu, izvodi posebno gibanje samoga uzduha.

Na Zemlji je sada još i previše vode za sve, što čovjeku treba. Nu kad bi si čovjek sam morao svu vodu vući iz jezera i rieka, zapao bi u veliku nepriliku.

Uzdušni mu ocean obavlja u velike taj posao, a ono malo, što mu čovjek umjetnim načinom pomaže, pokazuje tek pravo, kako malo čovjek umije. Uzdušni je ocean naime velika sisaljka za vodu, velik stroj, koji vuče vodu iz oceana, jezera i rieka, pa ju opet izlije na polja, da njom okriepi biljke i životinje i da sve na Zemlji, kako treba, opere i očisti.

Bez gibanja nema života: mir je smrt. Naša bi Zemlja bez svog uzdušnog oceana bila mrtav sviet.

Ali bi bila bez uzduha i gluh sviet. Svi zvuci, što nam dolaze do uha, potječu od uzduha. Da nema uzduha, koji prenosi sve titraje zvuka, mogla bi se dva tiela makar kako snažno sukobiti, mi od toga ne bi čuli ništa. Sve da možemo živjeti bez uzduha, ne bi čuli potoka, kako teče, ne bi čuli slapa, kako se ruši u dubljinu, mora, kako huči, ne bi čuli vjetra, ni šuštanja lista, ni pieva ptice. Niti bi glas čovječji, ni sladki zvuci muzike, ni grmljavina ni stovrstni drugi zvuci ikada doprli do našeg uha: sviet bez uzduha, bio bi sviet gluh.

Sviet bez uzduha doduše ne bi bio taman sviet, ali bi način razsvjete bio posvema drugačiji. Nebo bi bilo crno, kao katran, uz žarko Sunce sjale bi po danu zviezde, crne težke sjene izmjenjivale bi se s mjesta s najžešćim svjetlom, svih krasota, što ih sobom nosi izhod i zalaz Sunca, nestalo bi: ne bi bilo raznovrstnih prelievanja boja, ni pozlaćenih oblaka.

Uzduh naš lomi sunčane zrake, svraća ih s njihovih pravaca, i raztresa ih na sve strane, pa nas tako obasipa sa svih strana nježnom mrežom ugodnoga svjetla, ublažujući žarki sjaj sunčanih zraka.

Nu sunčane nam zrake nose na Zemlju i toplinu. Da nema uzduha, bila bi uz najveću vrućinu na jednoj strani, najljuća zima na drugoj. Te grdne opreke uzdušni ocean liepo izravna, a kad Sunce zadje, ne udari smjesta strašna studen, jer je uzduh preko dana nešto od sunčane topline progutao, ugrijao se je i on i površina Zemlje, pa nas noću nešto svojom toplinom grije. Poznati su svakomu topli i hladni vjetrovi. Topao je vjetar uzduh, koji je strujao po vrućoj površini kopna ili vode, i u se primio toplinu, koju nam je donio. Vjetar je hladan, kad je došao k nama preko hladnih zemalja ili voda, gdje je izgubio nešto od svoje topline, pa ovako hladan došao k nama. Englezka je n. pr. mnogo toplija, nego Amerika u istoj geografskoj širini. Glavni je tomu uzrok topao uzduh, što ga sobom vodi morska struja, golfstrom, koja teče iz tropskih krajeva na sjever i po zapadnoj obali Evrope razširi svoj topli uzduh. Da nema uzdušnog oceana, sve bi to bilo drugojačije.

Kakova je materija taj nama toliko vriedni uzdušni ocean? On nije jednostavan plin, nego je smjesa od više plinova. Nu ima

više nego jedan način, kako se mogu smiešati materije. Baciš li komad sladora u čašu čaja, nestat će za čas sladora, i kad dobro promiešaš, osjetit ćeš, da je čaj sladak. Sladora doduše već ne vidiš, ali on je ipak tu: razstavljene drobnice njegove plivaju u čaju i zaslade ga; ne vidiš ih doduše, ali ih osjećaš okusom. Slador se nije s čajem sastavio u novu materiju. Čaj je ostao čaj, a slador je ostao slador.

Pomiešaš li nešto fine željezne piljotine i sumpora, ni oni se ne sastave u novu materiju: željezo ostane željezo, a sumpor je i dalje sumpor. Nu primakneš li toj hrpici goruću žigicu, razžarit će se i pretvorit u sasma novi crni prašak, koji nije ni željezo ni sumpor, nego nešto treće. Nestalo je željeza i sumpora, a postala je nekakova posvema nova materija. Ovaki se pojav zove kemičko sastavljanje. Biljeg mu je bitni taj, da se dvije materije ili njih više sastave u novu, posvema različitu materiju.

Sve su materije na svietu, što ih poznajemo, ili jednostavne ili sastavljene. Jednostavnom zove kemičar materiju, koju nikojim načinom ne može da razstavi u dvije ili više drugojačijih materija. Sastavljena je materija postala od dviju ili više različitih materija, pa se zgodnim načinom dade opet razstaviti na te materije. Željezo je n. pr. jednostavna materija ili elemenat, jer nema kemičara, koji bi mogao komad čistoga željeza razstaviti na druge kakove materije. On ga može i izpariti, ali i tekućina i para još je uviek čisto željezo. I zlato je taki elemenat. Ma što s njim radio, makar kako ga pretvarao, ostaje uviek zlato. Jesu li to zaista pravi elementi, toga ne možemo reći. Mi smijemo samo to tvrditi, da do danas nismo našli načina, kako bi ih raztvorili, pa zato vriede nama kao elementi. Voda je n. pr. sastavljeno tielo. Sastavljena je od kisika i vodika. Oba ova plina, kad je svaki za se, sasma su prozračni, pa ih ne vidiš. Sastavljeni daju u tekućem stanju vodu, u tvrdom led, a u uzdušnom vodenu paru.

Do sada ima 70 takih kemičkih elemenata. Nekojih je na Zemlji veoma mnogo, a drugih veoma malo.

U materijalnom su svietu ti elementi ono, što je alfabet u literaturi. Sve su rieči sastavljene od slova alfabeta u različitim razporedima. Sve su materije u prirodi ili jednostavne t. j. one su slova alfabeta — ili su složene od jednostavnih materija u različitim svezama.

I uzduh je složen od dviju jednostavnih materija od dušika i kisika, ali nije sastavljeno tielo, nego je samo smjesa obih. Oba

su elementa u uzduhu pomiešana, kao slador i čaj, plivaju jedan uz drugi, nu iz njih nije postala nova materija. Svakomu od obih plinova ostao je u uzduhu njegov posebni karakter, ni jedan se od njih nije ni u čem promienio, od njih nije postala nova treća materija.

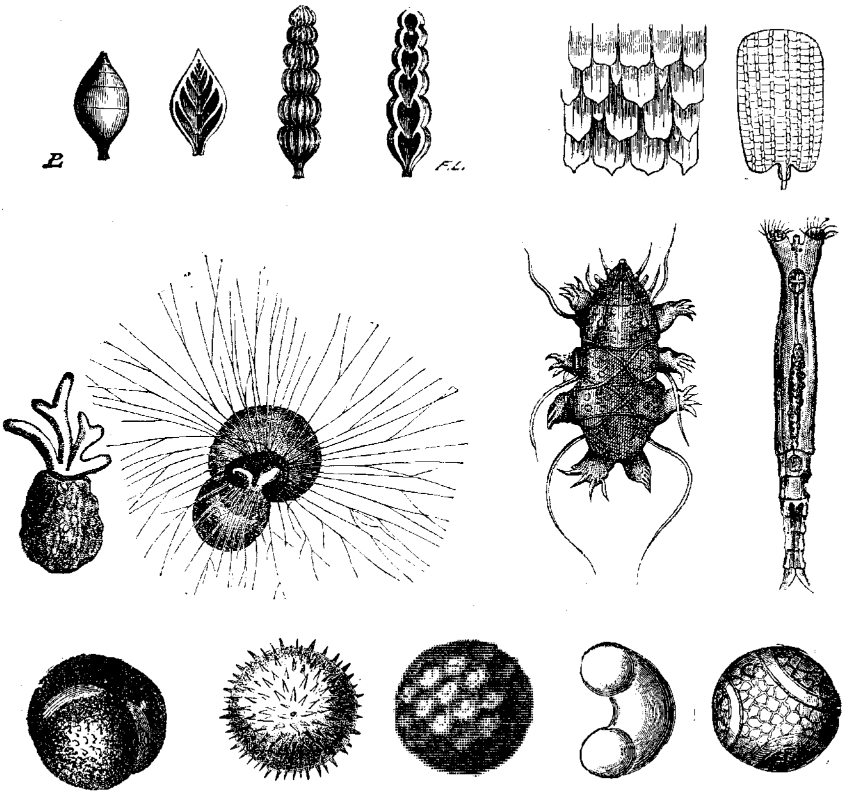
Kisik je nešto teži od dušika, pa bi mogli slutiti, da će se kisik bar gdjekada spustiti dolje, a dušik dići u vis. Toga u našem uzduhu nema nikada. Uviek je uzduh smjesa obih plinova i to po stalnom omjeru.

Nema sumnje, da je tomu glavni uzrok neprestano strujanje (cirkulacija) uzduha. Iztražuješ li uzduh s najvišega briega ili iz najdubljega rudnika, smjesa je svagdje gotovo na dlaku jednaka. Po obujmu ima u uzduhu malo ne četiri puta toliko dušika, koliko kisika. To će reći u jednoj litri uzduha našao bi, kad bi mogao sav kisik odlučiti od dušika, osam decilitara dušika, a samo dva decilitra kisika. Kad bi dakle imao pred sobom četiri litre čistoga dušika, pak bi htio da načiniš od toga običnog uzduha, morao bi tomu dodati još jednu litru kisika, pa je uzduh gotov.

Nu to bi bio posvema čist uzduh. U uzdušnom oceanu ima osim ovih dvaju glavnih plinova još i drugih plinova, ali u veoma neznatnoj množini. To su ugljična kiselina, a u još manjoj mjeri amonijak. U jednoj stotini hektolitara uzduha, jedva je jedna litra ugljične kiseline razasuta. Amonijaka pako dolazi jedna litra jedva na 10.000 hektolitara uzduha. Ti su plinovi dakle posvema neznatan dio naše atmosfere: oni su tek mali prismok uzduhu. Nu tim ne budi rečeno, da nisu važni u uzdušnom oceanu. Osobito ugljična kiselina vriedi premnogo organičnomu životu na Zemlji, pa kad uzmeš na um, koliki je uzdušni ocean, razumjet ćeš, da ima u njem i ogromna množina ugljične kiseline. U najnovije vrieme iznenadio je Englez Lord Raleigh sviet obretom, da u našem uzduhu uz dušik ima još jedan elemenat, koji su sve do g. 1894. držali dušikom. Raleigh je opazio, da je uzdušni dušik uviek nešto teži od kemički čistoga dušika. Napokon je našao, da je tomu uzrok novi do tada nepoznati plin, koji je teži od dušika. Toga plina ima dušik u uzduhu 1 postotak. Dao mu je ime argon; dosta je sličan dušiku u tom, što se ne sastavlja ni s jednim drugim elementom. Kubični metar čistoga dušika važe 1·251 kg., uzdušnog dušika pako 1·257 kg., kisika 1·429 kg., a argona 1·786 kg. — Uz argon su poslije (g. 1896.) našli još jednu tvar, helium u uz-

duhu, koju su već odavna poznavali na Suncu, a tek sada nadjoše, da je ima i na Zemlji i u uzduhu.

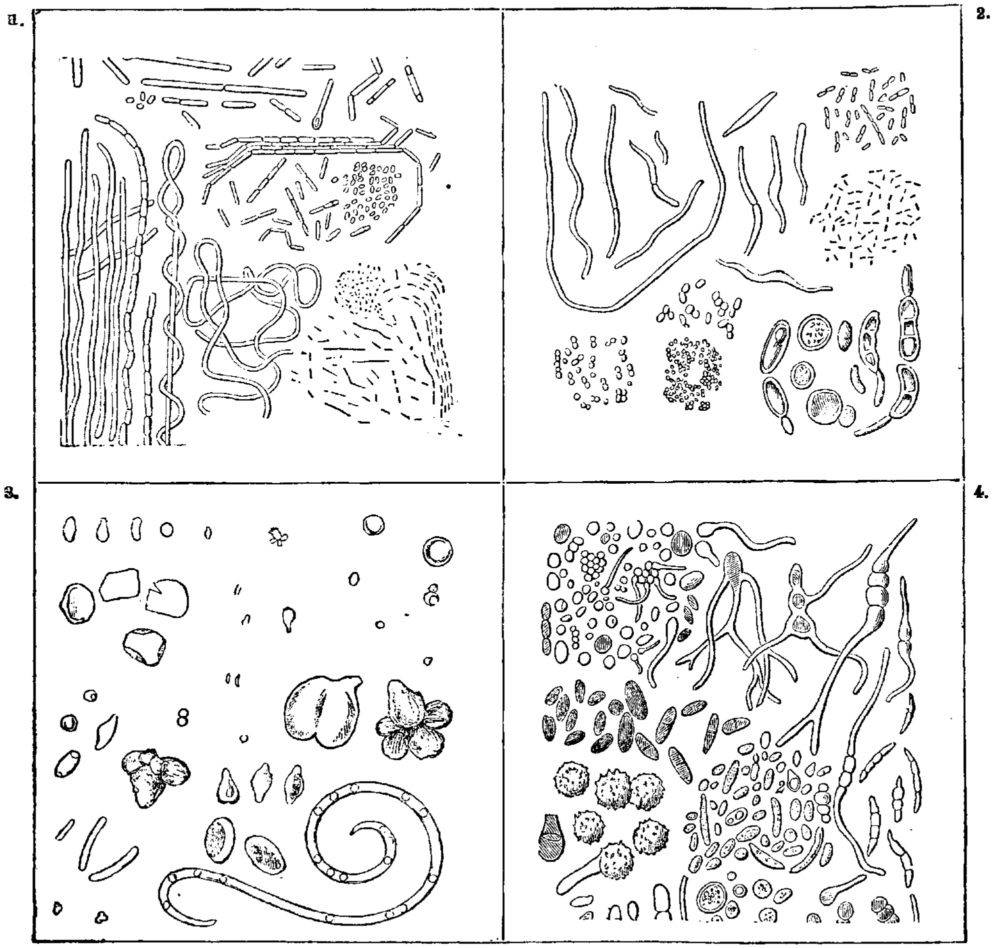
Osim ovih plinova ima u atmosferi uviek manje ili više vode u obliku vodene pare. U deset hektolitara uzduha ima četiri do šestnaest litara nevidljive vodene pare. Množina se vodene pare uviek mienja i po mjestu i po vremenu.



Sl. 7. Što sve udišemo: Tjelešca u uzduhu.

Još ima u atmosferi, osobito u nižim njezinim vrstama nebrojeno mnogo drobnica najfinije prašine i organičkih stvorova: bakterija i mikroba. Što li mi sve udišemo, o tom ćemo dobiti primjeren pojam, kad bacimo oko na kolekciju predmeta naslikanih u našim slikama 7. i 8. U slici 7. prva su četiri objekta foraminifere; oba, što su uz njih, peruti s krila lepirovih. U drugom redu vidimo dva miliola, kućice iz kamena za zidanje, i dvie životinjice s kro-

vova. U posljednjem redu vidiš male grudice od cvjetnoga peluda, kojih lebde tisuće i tisuće u proljetnom uzduhu. Slika 8. pako pokazuje u svoja 4 odjela po Miquelu mikrobe, bacille i bakterije u uzduhu. Treba da spomenemo, kako su sva ta bića ovdje jako po-



1. Bacili atmosfere 1000 puta povećani. — 2. Bakterije i vibrioni 1000 puta povećani. — 3. Tjelešca u vodenoj pari uzduha 1000 puta povećana. — 4. Spore u uzduhu 500 puta povećane.

Sl. 8. Bakterije i druga tjelešca u uzduhu (Po iztraživanju i slikama Miquela).

većana. Mi sve to udišemo! Ali mi popijemo i pojedemo još koješta drugo! Miquel je našao, da u jednom gramu prašine Parizkih ulica ima 130.000 bakterija, a u sobama deset puta toliko. „Aër plus occidit, quam gladius (Uzduh ubije više nego mač.)! Koliko je te

prašine, ne možemo da reknemo točno na litre, jer ju još nitko nije izmjerio. Englez Aitken našao je ipak način, da odredi od prilike broj drobnica u nekim prilikama.

Nadjosmo dakle u uzduhu, što ga dišemo, ove sastavine: Dušik; — Kisik; — Argon i helij; — Ugljičnu kiselinu; — Amonijak; — Vodenu paru; — Prašinu, što lebdi u njemu; — Organska bića: bakterije i mikrobe.

5.

Vriedno je, da s bližega razmotrimo, što vriede pojedine glavne sastavine uzduha za život na Zemlji. Akoprem je u uzduhu četiri puta toliko dušika, koliko kisika, ipak je za organički život, kud i kamo važniji kisik. Kisik je ona silna moć, koja na zemaljskoj kugli podržava život. Bez kisika ne bi mogle rasti biline; bez kisika ne bi mogle živjeti životinje; bez kisika ne bi mogla gorjeti vatra na zemlji. Spram njega je dušik tek sporedna stvar u uzduhu, koja ublažuje prenaglo djelovanje njegovo. Nije tim rečeno, da je dušik zališna stvar; i njega je ne samo u uzdušnom oceanu, nego i u kori zemaljskoj, a bez njega se ne bi mogla praviti ni krv, ni mišice ljudskoga tiela. Kad je čist, pokazuje se u prirodi kao plin bez ikakove boje, okusa i mirisa. Zovu ga kemičari tromom materijom, jer nekako ne voli, da se druži s drugim materijama. Pretekao ga u tom samo njegov najnoviji drug argon. Baš je živa protimba kisiku, koji je odmah spreman, da se složi s drugim materijama u nova tjelesa. Mogao bi s te strane izporediti kisik i dušik dvjema suprotnim značajevima, kojih je jedan spor, težak, oprezan i hladan spram drugih ljudi, riedko kada nadje prijatelja, dok je drugi živ, duhovit, domišljat i prijatelj svakomu, s kim se nadje na stazi života. Lako ćeš razumjeti, da ovakova dva karaktera mogu sasma dobro zajedno raditi i živjeti, jer će tromi, oprezni i hladni značaj blagotvorno utjecati na živi temperamenat drugoga, baš kao kod dušika i kisika u atmosferi.

Goruća svieća utrnut će s mjesta u čistom dušiku; u čistom će pako kisiku gorjeti kud i kamo jače, sjajnije i brže, nego u običnom uzduhu. Dušik ne može da podržava gorenja; to čini kisik u uzduhu; dušik tek zaustavlja nešto prenaglo gorenje.

Da mjesto svieće metneš miša u obe posude s čistim dušikom i kisikom, vidio bi opet slične pojave. U dušiku bi se miš zagušio,

s mjesta, ne radi toga, što je dušik otrovan, nego samo s nestašice kisika. Dušik ne može da podržava ni gorenja ni života. U čistom kisiku se miš doduše ne bi zagušio, ali bi ipak na skoro poginuo, jer bi mu kisik bio prejak. Svi znamo, kako jak, čisti uzduh t. j. uzduh, u kojem je samo nešto više kisika, nego obično, podražava i oživljuje čovjeka. To isto, ali u još mnogo većoj mjeri, čini i čisti kisik. Čovjek bi u čistom kisiku obolio od toga, što bi mu se živci odviše razdražili, silne bi ga groznice tresle, poludio bi i naskoro bi mu se sva snaga iztrošila. Da bukne u atmosferi od čistoga kisika vatra, sav bi grad izgorio, jer bi se vatra u tren oka razširila po cielom gradu. Jasno je, kako tromi dušik zaustavlja prenagli kisik. On djeluje kao voda u gdjekojih liekova.

Obe su ove materije na Zemlji u svom prirodnom stanju plinovi, pa treba veoma velikog tlaka i silne studeni, da se sgusnu u tekućine ili čak smrznu u tvrda tjelesa. Tek pod konac godine 1877. učiniše to prvi put dva francuzka fizika: Cailletet i Raoul Pictet. Dušik postaje tekućina kod — 194° C., argon kod — 187° C. i oba su tekućine bez ikakove boje. Kisik pako postaje tekućina kod — 183° i ima modru boju.

Iz ovih je crta već dosta jasna važnost kisika u uzdušnom oceanu. Nu njega je i u Zemlji užasno mnogo. Pećine zemaljske, koje su se nagomilale u silne bregove, na pola su gotovo po svojoj težini od čistog kisika. Veliko i malo kamenje, što je po tlu razasuto, na pola je od čistog kisika; zemlja, iz koje niču trave, biljke i stabla, na pola je od čistog kisika. Vode zemaljske, jezera, rieke, ledenjaci, oblaci, para i oceani po svojoj težini nisu samo na pola, nego na osam devetina od čistog kisika. Pa i tjelesa živih bića, bilina i životinja od velike su česti sagradjena od kisika.

Kisik je dakle ponajvažnija materija na Zemlji. Kad bi cielu zemaljsku koru vagnuo i onda razstavio u elemente, iz kojih je sagradjena, našao bi, da gotovo polovicu težine zaprema čisti kisik. Nu kisik nije stacijonaran t. j. ne ostaje stoljeća na svom mjestu. Može doduše kisik dugo vremena ležati svezan u tvrdim tjelesima, pećinama i kamenju, nu i ova se, kako znamo, razpadaju. Obćeno je svojstvo kisika njegova promjenljivost, njegovo selenje od jedne materije k drugoj. Izmedju kisika naslaganoga u zemlji, u moru, u uzduhu, u živim i mrtvim stvorovima, vidiš neprestano strujanje, neprestanu cirkulaciju. To je prvi primjer cirkulacije koje materije, s kojim se u ovim crtama sastajemo. Bit će kasnije govora i o ve-

likoj cirkulaciji u uzdušnom oceanu i u vodama zemaljskim, koje u veliko utječu na promjene vremena. Nu i cirkulacija je kisika toliko zanimljiv pojav, da se kod njega časak zaustavimo.

Kisik neprestano ulazi u tvorbe zemaljske i opet iz njih izlazi; postane bitni dio kojega organizma, ali ga opet kasnije ostavlja; on se sastavlja s drugim elementima, ali opet bježi iz njih; on pomaže, da postaju tekućine, ali se opet od njih kida; on podržava vatru, život i rastenje, ali se pri tom opet oslobadja, dok to radi; vazda je spreman, da se da uhvatiti od druge materije, a ipak je riedko kada uz nju tako zadovoljan, da bi ostao duže vremena uz nju, ako mu je ikako prilike, da uteče. I tako smo u prirodi vidoci neprestanoj cirkulaciji kisika.

Nekoje su pojave u kolanju kisika tako važne za sviet zemaljski, da nam se je s njima pozabaviti. Gorenje i vatra jedan je od najvažnijih pojava u cirkulaciji kisika, i u tom je pojavu preважna uloga uzdušnom oceanu. Što je gorenje? Oko komada ugljena liže plamen, komad se sve više umanjuje i napokon ga svega nestane; ne metneš li u vatru novi komad, vatra izadje. Što se dogodilo od ugljena? Svako diete to zna: ugljen je izgorio. Nu to je samo rieč, a mi tražimo razumievanje pojava. Baciš li n. pr. željeznu kuglu medju komade ugljena, razžarit će se kao i ugljen, samo iz nje ne će lizati plamen. Čini se da i željezna kugla gori kao ugljen, ali nje ne će nestati, ona se pače ne će ni malo umanjiti. Utrne li se vatra, ohladit će se željezna kugla, pa će biti kao i prije. Kako to, da ugljen gori, pa ga nestane, a željezo gori, pa ostane, koliko je i prije bilo? Lako je odgovoriti na to pitanje. Željezo jednostavno nije gorilo: razžariti se do bjeline još nije isto, što goriti. Može i željezo goriti. Ako metneš komad željezne žice u čisti kisik, pa ga užgeš, gorjet će t. j. bivat će sve manja i nestat će je.

Što se tu zbiva? Gotovo sve se materije mogu sastaviti s kisikom u nove materije. Te se nove materije zovu u nauci oksidi, a pojav sastavljanja samoga zove se oksidacija. Da počne to sastavljanje kisika s drugom materijom, tomu se hoće da neka množina topline djeluje na te materije.

Nu gdje se utjecanjem topline sastavljaju kemički dvije materije, tu te dvije materije i daju od sebe topline. To je obćeni zakon, makar mi i ne vidjeli i ne osjetili te topline. Ako se to sastavljanje zbiva polako, kao što n. pr. kad postaje hrdja od željeza, mi te topline ne opažamo. Sastavljaju li se materije brzo, kao n. pr.

kad gori drvo, osjećamo tu toplinu, vidimo žar ili pače i plamen. Sastave li se materije naglo u jedan mah, kao kad prasne puščani prah, postaje silna vrućina, vidiš plamen kao munju i čuješ žestok prasak.

Hrdja postaje, kad se željezo sastavlja s kisikom veoma polako i na vlažnom mjestu, pa se i zove zato oksid željeza u nauci. Nu ta ista hrdja može i naglo postati, ako zapališ željezo u čistom kisiku. I tu postaje hrdja ili oksid željeza, nu ovdje se sastavi željezo s kisikom veoma brzo, u nekoliko sekunda, pa se zato i razvije velika toplina. Što brže vrućina izbija kod gorenja, tim je žešće gorenje. Da li hrdja postaje polagano ili brzo, pojav je isti. U oba je slučaja oksidacija. Mi govorimo ipak samo u drugom slučaju, da je željezo gorilo, a u prvom ne; a ipak je razlika samo u višoj temperaturi i većoj brzini, kojom se isti pojav zbiva.

Povratimo se sada ugljenu. Ugljen se razciepa u troje. Jedan se dio diže u dimnjak kao dim i čadja; drugi dio propada kroz roštilj kao biel pepeo, a najveći se dio sastavlja nevidljivim načinom s kisikom iz uzduha i razvija pri tom toplinu i plamen. Dok se željezo samo u čistom kisiku može brzo sastavljati s kisikom iz uzduha, mogu ugljen i drvo, kad su dosta ugrijani, kisik iz uzduha uzeti, a dušik ostaviti; zato velimo: ugljen i drvo lako gore.

Kad nešto gori, mora da se ne samo razžari, nego da postaje takodjer sve manje i manje, pa da ga napokon gotovo posvema nestane. Ili se sva materija ili bar najveći dio nje sastavi s kisikom uzduha, pa se izgubi u atmosferi. Taj se pojav zove za pravo „gorenje“.

A što je s novim materijama, koje su postale tim sastavljanjem ili gorenjem? U svakidašnjim vatrama, što ih čovjek rabi, dvije su materije po sriedi, koje se sastavljaju s kisikom iz uzduha: ugljik i vodik. Iz ugljika postaje ugljična kiselina, koja se zajedno s dimom nevidjena gubi u atmosferi, a iz vodika postaje vodena para; i ta se gubi u atmosferi.

U velikom se gradu mnogo hiljada kilograma ugljena i drva potroši svaki dan: sve to „izgori“. Čudan je to pojav, ako se pravo uzme: meki prozirni uzduh za 24 sata izradi toliku masu crnog tvrdog ugljena i drva; ne odnese ju sa zemlje kakav silni vjetar, nego drobnica se po drobnicu nježno odkida i odleti u uzduh, a sve to proguta kisik iz uzduha. Svakim se gorenjem dakle atmosferi našoj uzimlje nešto kisika, a u nju dolazi ugljične kiseline i vodene pare.

Drugi pojav, u kojemu se osobito iztiče kolanje uzdušnoga kisika je disanje svih organičkih bića na Zemlji. Dišu ljudi,

dišu sve životinje bez izuzetka, a svi znamo, da bez disanja nema života. Ne jesti i ne piti možeš jedan i više dana, ali ne disati ne možeš ni jednoga sata. To osjeća i niža životinja, pa traži uzduh za disanje. Strpaše jednoč mačku pod recipijent uzdušne sisaljke. Sirota je osjećala, da joj nestaje uzduha za disanje, pa je po nagonu capom pokrila luknju, kroz koju je bježao uzduh, ne bi li to zapriečila. Ne imati uzduha za disanje, reći će umrieti.

To zna svatko, nu mi se ovdje pitamo: a što je za pravo to disanje? Odrasao čovjek dahne u minuti poprieko osamnaest puta, ako mirno sjedi. Ide li brzo, penje li se uz brieg, trči li, diže li težke uteze, diše brže. Svaki put, kad dahne, usiše u pluću od prilike pol litre uzduha, a toliko od prilike i izdahne. Nu dok to radi, ne izprazni nikada posvema pluću: u njoj je uviek jedna do dvije litre uzduha. Ta se zaliha uzduha u njoj neprestano mienja.

Čovjek diše i hrani se, da nadomjesti ono od svoje materije, što je potrošio tjelesnim ili duševnim radom svojim. Duševni rad čovjeka troši njegove materije mnogo više nego tjelesni. Mnogi ljudi, što si služe kruh tjelesnim radom, radom svojih ruku, misle, da su ljudi, koji rade mozgom, neka vrsta bezposlica, koji „ne rade ništa, nego sjede i pišu“. U velike se varaju: svaka misao, što nikne u mozgu, potroši nešto od materije (Gewebe) mozga; nju treba da nadomjeste iz krvi, a krv proizvodi samo dobra hrana. Što je naporniji duševni rad, to se brže i više troši materija, to je teže nadomjestiti ju za vremena, tim više mu dakle treba dobre hrane. Jesti i piti može čovjek ili previše ili premalo, nu da će previše ili premalo disati, toga se ne treba bojati: taj mu posao obavlja tielo mimo njegovu volju. Sve što volja u tom poslu može učiniti jest. da potraži mjesto, gdje je oko njega dobar uzduh t. j. uzduh, u kojem je dosta kisika, a ne odviše ugljične kiseline.

Uzduh, što ga čovjek izdiše, posvema je različit od uzduha, što ga udiše. Četiri su glavne razlike: 1) topliji je, 2) vlažniji je, 3) u njemu je mnogo manje kisika, i 4) u njemu je mnogo više ugljične kiseline.

Ma koja bila temperatura izvanjega uzduha, uzduh, što ga čovjek izdiše, pokazuje temperaturu od 35° C., gotovo je tako vruć, kao krv. Makar kako suh bio izvanji uzduh, izdahnuti je uzduh sit vodene pare, koja se, kad je hladno, s mjesta pretvori u sitne kapljice vode. U 24 sata dade čovječja pluća atmosferi od prilike četvrt litre vode. Samo je množina dušika gotovo ista ostala, mno-

žina se je kisika umanjila za četvrt, a za toliko je više ugljične kiseline: koliko se izgubilo kisika, toliko je postalo ugljične kiseline.

Kud je kisik i odkuda ugljična kiselina? Odgovor je jednostavan: pred nama je opet pojav oksidacije ili pojav gorenja, ali samo sporoga gorenja, zovu ga rado životinjskim gorenjem. Da izgori drvo, trebalo je ugljika, kisika i nešto topline. Tako je i ovdje. Ugljik dolazi iz našega tiela, kisik iz uzduha, a dovoljnu toplinu ima uviek tielo živoga bića. Nu da postane pojava gorenja, treba da se ugljik i kisik dotiču. Ugljik je pako u tielu, a kisik izvan njega.

Način, kako se oni u čovječjem tijelu sastaju, jedna je od najčudnijih cirkulacija materije, s kojima se u prirodi tako često susretamo. Za nas je i najvažnija, jer o njoj visi život i smrt. To se strujanje zbiva u nama dan i noć, sat za satom, minutu za minutom. Rieke krvi lete žurno kroz velike cievi u našem tielu i razgranjuju se u manje rieke. Ove teku kroz manje cievi, diele se ponovno, dok se ne napune i najsitnije nebrojene kapilarne cievčice, koje svakuda dopiru, veoma tankim strujama krvi. Iz ovih se cjevčica, sitnih kao vlas, krv opet sakuplja u veće cievi, dok ne dodje opet do svog izhodišta, da iznova počne svoje kolanje (cirkulaciju). Na cielom tom putu krv svagdje nešto ostavlja, a nešto novoga opet prima u se. Dvovrstne su cievi, što vode krv — žile: arterije i vene. Arterije nose krv iz srca dalje, a vene ju vode natrag u srce. U arterijama je svjetlo-crvena, u venama pako tamno-crvena („crna“) krv. Ove su dvije vrste krvi veoma različne: u krvi je arterija veoma mnogo kisika, a veoma malo ugljične kiseline, u krvi je vena mnogo manje kisika a mnogo više ugljične kiseline. Kad rieka krvi teče iz srca, crvena je i čista; na putu kroz česti tiela, daje im ne prestano svoga kisika, da ga upotriebe. Nu ujedno prima u se mnoge drobnice materije, koje su u tielu postale zališne, pa ih sobom nosi dalje. Tako postaje krv sve nečišća i tamnija, jer se sve više puni ugljičnom kiselinom i kojekakovim drugim škodljivim materijama. Dok se venama povrati k izhodištu, veoma joj treba, da se obnovi i popravi kisikom, a to će biti, ako se smieša s uzduhom, iz kojega će primiti ovu zalihu kisika, a njemu predati suvišak ugljične kiseline. Crna rieka krvi dolazi u pluću, razgrana se ondje u divnu mrežu najmanjih cjevčica, koje su sve zamotane u tako tanku kožicu, da uzduh bez ikakove zapreke može da struji kroz njih. Pa onda?

Nu onda se svakim dahom izlije čist uzduh izvanji, pun kisika u te sitne cjevčice. Svaki dah donese nam zalihu kisika u pluću, a

svaki izdah odvodi životu opasnu ugljičnu kiselinu. Naskoro počne krv, popravljena, svjetlo-crvena, puna kisika, a očišćena od potrošenih materija ponovno svoju cirkulaciju. Taj kisik podržava u našem tielu sveudilj oksidaciju ili gorenje. Čovjek dakle polako gori. Gorenje je život. Stane li gorenje, smrt je tu. Gorenje smo prije označili kao sastavljanje kisika s drugim materijama n. pr. ugljikom i vodikom u ugljičnu kiselinu i vodu. Jedan se i drugi pojav zbiva u nama uviek. Nu goriti znači takodjer izgoriti, a ne samo žariti uz uviek istu toplinu. Čovjek dakle izgara po malo baš kao i svieća. Što mu je život radeniji, to brže gori, tim više treba svježega uzduha i hrane.

Nu ako se kod gorenja svake materije, u kojoj je ugljika, ako se kod disanja svakoga stvora izlieva otrovne ugljične kiseline u uzdušni ocean, kako to, da se već davno nije uzdušni ocean toliko pokvario, da rod čovječji u njemu ne može da živi? Uzduh u zatvorenoj sobi, punoj ljudi, za malo bi bio taki, da se u njemu ne može živjeti. Što je uzrok tomu, da se atmosfera, danas zdrava smjesa plinova ne pretvori u otrovnu i smrtonosnu smjesu? Ta na Zemlji je silna množina ugljika. Kad bi se sav taj ugljik gorenjem u vatrama, disanjem životinja, trulenjem biljaka i mrtvih tjelesa životinjskih s još većim množinama kisika, što ih je uzeo iz uzdušnog oceana, sastavljao na uviek, što bi bila nuždna posljedica? Dogodilo bi se ono isto, što se dogodi svježemu uzduhu, zatvorenu u sobi punoj ljudi. Zaliha kisika postaje sve manja, a ugljične je kiseline sve više, dok se napokon ne bi sve ugušilo, što je na svietu živo.

Nu toga u uzdušnom oceanu, kako nas uči izkustvo, nema: odkad ga ljudi izpituju, i gdjegodj ga izpituju, uviek je u njemu i svagdje ista množina kisika i ostalih plinova. Mora dakle da je u prirodi nešto, što obnavlja kisik u atmosferi i opet raztvara ugljičnu kiselinu, koja se u njoj gomila. To su biline. Život bilina nije ništa manje čudan, ništa manje tajinstven pojav od života životinjskoga. I one žive, rastu, hrane se, izhlapljuju pare, dišu, probavljaju hranu, rade i spavaju izmjenice, baš kao i životinje, ali samo drugojačije.

Hranu primaju korienjem, ali i lišćem. Tankim kao vlas cievima dolazi sok iz koriena čak u žilice lista. Tu se zbiva od prilike ono isto, što smo vidjeli, kad krv čovjeka udje u pluću ili cjevčice, što su tik pod kožom. Sok teče tamo u cjevčicama tako tankih i njež nih ograda, da plin bez zapreke može da struji kroz njih, pa tako se sok smieša s izvanjim uzduhom. Nu sok se bilinski ne dotiče samo uzduha, na nj ondje utječe i sunčano svjetlo, čega u plući čovjeka nema.

Lišće bilina zovu često plućom biline. A donekle je i pravo. Kako se u plući crna krv pretvara u crvenu, tako se u lišću sok iz koriena pretvara u drugi sok, koji se vraća lišćem, grančicama i granama natrag u stablo. Nu to nas ovdje manje zanima. Lišće obavlja još jedan drugi posao, koji je prevažan za čitav organički sviet na Zemlji. Lišće priredjuje protuotrov proti gomilanju otrovne ugljične kiseline u uzdušnom oceanu. Lišće popravlja uzduh, što ga ljudi, životinje i materije, što gore, bez prestanka kvare.

Listovi biline naime imaju to osobito svojstvo, da mogu ugljičnu kiselinu iz uzduha usisati i upotriebiti bilini u korist. Da raste, treba svaka bilina odredjenu množinu ugljika, jer i biline su, kao i ljudi, gradjene od ugljika. Nešto ugljika dobivaju doduše iz koriena, nu najviše ga primaju ipak iz uzduha preko svoga lišća. I čovjek treba, da raste, ugljika; nu on ga dobiva iz bilina, koje su ga već uzele iz uzduha i sebi priredile. Kad godj jedeš biline ili meso od životinje, koja se hrani bilinama, dao si svomu tielu ugljika, što mu ga je bilina već priredila s pomoću svojih listova i listića.

Kada primaju ugljik iz uzduha, čine biline s pomoću svojih listova i listića baš protivno od onoga, što čine ljudi i životinje. Ugljičnu kiselinu, što se od životinja i vatre gomila u uzduhu, hvata lišće. S pomoću sunčanoga svjetla razstavi ugljik od kisika; ugljik pridrži i tjera ga sokom kroz fine svoje kanale, da može bilina dalje rasti. Kisik, koji se je riešio družtva s ugljikom, teče čist natrag u uzdušni ocean, koji se tim načinom opet popravlja. — U tom je velika protimba izmedju životinja i bilina.

Kad bi dakle u velikoj sobi zatvorili dosta ljudi, a u prozor metnuli, koliko treba, bilinâ, ali tako, da ih obasjavaju sunčane zrake, nema pogibli, da bi prevladala ugljična kiselina. Jer kako ju ljudi izdišu u uzduh, tako ju biline primaju i nadomještavaju čistim kisikom. Nu to se sve zbiva samo danju, jer lišće može da radi taj posao samo uz pomoć sunčanoga ili električnoga svjetla.

Nije tomu davno, što su govorili, da ljudi kisik udišu, a ugljičnu kiselinu izdišu, dok biline ugljičnu kiselinu udišu, a kisik izdišu. Današnji stručnjaci shvaćaju tu stvar nešto drugojačije. Opisanu radnju lišća ne označuju disanjem, nego probavom biline. Lišće po tom na bilini djeluje dvojako: prvo kao pluća, koja sok bilinski pomieša s uzduhom, ali drugo i kao želudac, koji probavlja hranu, što ju bilina prima iz uzduha.

I biline dišu i moraju disati, dok žive i rastu. I one trebaju za svoj život kisika. I one dakle, kao i mi, danju i noću za cielog

svog života udišu kisik i izdišu ugljičnu kiselinu. Nu probava traje samo, dok je dan, jer bez sunčanog svjetla nema u biline probave. Prema tomu je disanje bilina od prilike isto, što i u životinja. To obavlja lišće. Nu isto lišće obavlja danju još i probavu, a tako zovemo posao, da zeleno lišće uz pomoć sunčanoga svjetla raztvara ugljičnu kiselinu, koju prima iz uzdušnog oceana, ugljik sebi pridrži, a čist kisik oceanu vraća.

Odavna već znaju, da biline danju uzdušnom oceanu daju kisik, a noću ugljičnu kiselinu. Ako dišu kao životinje, nema dvojbe, da izdišu danju i noću ugljičnu kiselinu. Nu onu ugljičnu kiselinu, što ju danju izdišu, a i preko toga, primaju opet u se, pa ju probavljaju kao hranu, a čisti kisik vraćaju atmosferi. Tako bilina danju ne daje atmosferi ništa ugljične kiseline, nego samo čist kisik. Noću pako, kad bilina ne probavlja, daje atmosferi i ona nešto ugljične kiseline. To je i razlog, za što ne valja noću u sobi držati cvieća u loncima.

I tako opet vidjesmo krasnu uredbu u prirodi: zeleno lišće bilinâ bez prestanka obavlja za čovjeka prevažni posao, da čisti uzduh.

U našim se krajevima taj posao zimi prekida. Nu u bujnim tropskim krajevima, ondje se kao u velikoj tvornici radi uviek. Tamo se vodi briga za život i zdravlje ljudskoga koljena; tamo se stvara protuotrov proti gorenju ugljika i disanju životinja na čitavoj kugli. Tamo se od sjevera i juga valjaju neprestano mase uzdušnog oceana, da se očiste!

6.

Da nam bude slika uzdušnog oceana podpuna, još nam se je taknuti jednoga pojava njegovoga.

Sav sviet zna, da zemaljska kugla „nigda nij' na miru". Vrti se oko jedne osovine, kao velik zvrk za 24 sata jedan put i leti kao ogromna kugla oko Sunca za godinu dana. Zanima nas ovaj čas prvo gibanje: dnevna vrtnja oko osovine. Svaka točka na ekvatoru radi toga svaki sat prevali više nego šestnaest stotina kilometara. Čovjeka, koji stoji na ekvatoru, nosi Zemlja tom brzinom naokolo, a da to ništa ne osjeti.

Nu pomislimo, da se čovjek s otoka Sumatre na ekvatoru u balonu popne pet kilometara visoko u uzdušni ocean. Što je onda?

Nisu davno za nama vremena, kad su mislili ovako: Budué da se Zemlja dalje vrti, zaostat će i lebdjet će u mirnoj atmosferi.

To se čini na dlanu, jer je to najjednostavnije. Pa ipak bi strašne bile posljedice, da je zaista tako. Da ih pogledamo iz bližega.

Balon neka se zaista digne točno s ekvatora. Tlo pod njim leti brzinom od šestnaest stotina kilometara u satu od zapada k iztoku okolo središta zemaljskoga. Balon neka se diže na podpuno vedrom danu u podpuno mirnoj atmosferi k plavom nebu tropskom. Kad bi čovjek u balonu zaostajao i kad ga u tihoj atmosferi ne bi gonio vjetar ni na koju stranu, vidio bi s visine cieli ekvator Zemlje, kako izpod njega prolazi za 24 sata. Gledao bi redom indijski ocean, pa žarku Afriku, atlantski ocean, Ameriku i napokon tihi ocean, dok mu se ne bi nakon 24 sati opet pojavili izpod njega otoci, s kojih je dan prije pošao. Krasne li panorame!

Nu zaista čovjek take panorame ne vidi. Ako se je digao sa Sumatre, a zemaljska se površina pod njim okreće brzinom od šestnaest stotina kilometara na sat, on će ipak vidjeti izpod sebe uviek Sumatru, makar se digao do najveće visine, u kojoj još može disati. Samo ako u onoj visini puše vjetar od iztoka, vidjet će naskoro izpod sebe indijski ocean, a puše li vjetar sa zapada, letjet će k tihomu oceanu. Ta nam je činjenica dokaz, da se cieli uzdušni ocean vrti zajedno s tvrdom kuglom zemaljskom oko njezine osovine, uzdušni je ocean dakle dio zemaljske kugle.

A kad pravo promisliš, mora da bude tako. I uzdušni ocean sastavljen je od drobnica materije, ne tako guste doduše, kao kora zemaljska i voda u oceanu, ali ipak od materije. I tu materiju privlači sila teža k središtu Zemlje, kao svaku drugu; i ona je prikovana uz Zemlju, kao svaka druga materija. Svaka drobnica uzduha se radi toga giba oko osovine zemaljske baš tako, kao svaka drobnica materije na površini, kao i čovjek. Zemlja i uzdušni ocean su jedna cjelina i obavljaju zajedno dnevnu vrtnju oko osovine. Ciela se atmosfera u obće vrti zajedno sa Zemljom. Može biti vrstâ u uzdušnom oceanu, koje se kadkada gibaju brže ili sporije, nu sve u svem je gibanje oko osovine zajedničko Zemlji i uzdušnom oceanu.

Balon ili pticu, koji su se digli u uzdušni ocean, nosi uzduh sobom u svojoj dnevnoj vrtnji oko osovine, a da toga i ne osjećaju. Nu i u svakidanjem životu ima takovih gibanja, kojih ne osjećamo. Najpoznatiji je primjer čovjek, koji sjedi na palubi broda, kad ovaj leti punim jedrima. On juri napried bez ikakova svoga napora, a gotovo toga i ne osjeća. Spram broda je on na miru, nu on se giba kao čest broda, na kojem sjedi. Kad sjediš u brzom vlaku

željezničkom, juriš s njim brzo napried, kao i uzduh, koji je u vagonu. Izvanje se drobnice uzduha jako opiru vlaku, i kad pružiš lice van, osjećaš jak vjetar, makar i bila inače podpuna tišina u atmosferi. Uzduh pako i čovjek u vlaku lete s njim, kao česti vlaka. I uzdušni ocean se vrti sa Zemljom oko osovine kao čest zemaljske kugle.

Velike li grozote na Zemlji, da ne bude tako, nego, da je uzdušni ocean zaista na miru, a da se u njemu sama vrti zemaljska kugla! Što bi doživjeli, pokazao nam je već u maloj dakako mjeri, brzi vlak.

Osjećaj vjetra možeš dobiti na dva načina: ili se uzduh giba prama stvari, koja je na miru, ili se pako stvar giba u mirnom uzduhu. Da li uzgibani uzduh udara o čovjeka, ili obratno čovjek silnom brzinom juri u mirnom uzduhu, za osjećaj će vjetra to biti svejedno. Istom će mu snagom u oba slučaja udarati o lice drobnice uzduha.

Da je uzdušni ocean zaista u podpunom miru, na zemlji ne bi bilo vjetra, ako stvar točno uzmemo, jer je vjetar „uzduh, koji se giba". Nu pomislite si samo čovjeka na ekvatoru, koji brzinom od šestnaest stotina kilometara na sat juri u podpuno mirnom uzdušnom oceanu. Djelovanje bi bilo isto, kao da je on na miru, a uzduh proti njemu leti s istom brzinom.

Najžešća oluja se giba brzinom od sto i pedeset kilometara na sat, pa što vidimo? Nema tako solidne zgrade, koja bi joj se mogla oprieti. Silan je tlak ovih uzgibanih drobnica u orkanu, pa on poruši sve zidove, izravna ih sa zemljom, diže krovove, izčupa velika stabla zajedno s korienom.

Nu što bi tek uradila oluja, koja leti, ne brzinom od sto pedeset, nego brzinom od tisuću i šest stotina kilometara na sat? Za posljedice je svejedno, da li uzduh tom brzinom leti prema nama ili pako mi letimo tom brzinom proti mirnom uzduhu. Tko bi umio opisati posljedice gibanja zemaljskoga u mirnom uzdušnom oceanu za krajeve oko ekvatora? Ništa se u tim krajevima ne bi moglo oprieti strašnomu vihru.

Ljude i životinje, stabla, pećine, kuće i gradove, brodove na moru, pače i svu masu oceana zaustavljao bi silni tlak uzduha i tjerao bi sve, prebačeno u divlji chaos, protivnim smjerom po površini zemaljskoj.

Svih tih strahota nema ni na ekvatoru ni igdje drugdje na Zemlji, jer se je uzdušni ocean sasma priljubio kao treća haljina tvrdoj kori zemaljskoj, pa se zajedno s njom vrti oko osovine.

II.

Toplina, uzrok svim pojavima u uzdušnom oceanu.

Toplina prema pojavima u uzduhu. — Što je toplina? — Mekanična teorija topline. — Najvažniji izvori topline; trenje, radnja u obće i mehanični ekvivalent topline, toplina Sunca, gorenje. — Toplina mienja obujam tjelesa. — Termometri. — Normalni termometar. — Maksimum i minimum-termometar — Toplina mienja stanje tjelesa: talenje, smrzavanje, izparivanje i kondenzacija. — Prelaženje topline. — Izbijanje topline (žarenje).

Uzdušni nam ocean uz svoju pravilnu vrtnju okolo osovine zemaljske u zajednici sa zemaljskom kuglom pokazuje od dana do dana svakovrstne promjene, koje se u njemu zbivaju na oko bez ikakova reda: prevrtljivost bez reda, gotovo hirovita, poznato je svojstvo njegovo. Malo bi nas možda te neprestane promjene u uzdušnom ocean i zanimale, da se ne tiču tako jako naše kože. Prikovani vječnim verigama na dno uzdušnoga oceana uživamo liepe časove i trpimo velike neprilike u našem životu prema tomu, kakove su prilike u uzdušnom oceanu oko nas. Gdje je uzrok tim vječnim promjenama u njemu? koja ih prirodna sila izvodi, i po kakovim ih zakonima izvodi? To su pitanja, koja nas oblieću od časa, kad naučimo motriti prirodne pojave, pa nas prate u cielom životu.

Ne treba biti stručnjak, da nadješ iza maloga razmišljanja izvor svim promjenama u uzdušnomu oceanu. Od prastarih su već vremena ljudi oči svoje obraćali Suncu, tražeći tamo izvor promjenama vremena. Ta utjecanje Sunca na prilike u uzdušnom oceanu tako se jasno iztiče, da moraš i nehotice pomišljati na Sunce, kao

izvor tim prilikama. I pogodio si: u Suncu nam je tražiti, i to jedino u Suncu, konačni uzrok svemu komešanju u našoj atmosferi. Mi ga i danas u Suncu nalazimo, samo što je danas naše duševno oko nešto razvijenije, nego prije tisuća godina, pa bolje vidi taj uzrok i bolje razbira zakone njegove.

Da kojim slučajem Sunce danas utrne, silne li promjene u uzdušnom oceanu! Vrtio bi se doduše i dalje oko osovine zemaljske, ali lice bi mu se posvema promienilo. Podpuna bi mrtva tišina i vedrina stupila na mjesto sadanje prevrtljivosti. Ni dašak vjetra, niti najtanja maglica ne bi mutili tišine ni vedrine njegove. Uviek čisto, vedro, bezbrojnim zvjezdama osuto nebo, koje se posvema pravilno okreće, gledalo bi oko čovječje, kad bi čovjek mogao u tim promienjenim prilikama živjeti. Ali mu ne bi bilo duga života. Svemirska bi se strašna studen za malo vremena slegla na zemaljsku kuglu i ugušila bi posljednju klicu organskoga života na njoj.

Sva bi se Zemlja pretvorila u veliku ledenu kuglu s krasnom, uviek čistom i prozirnom, uviek podpuno mirnom atmosferom oko sebe. Pa kad bi Sunce, recimo nakon godine dana, opet zasjalo, imalo bi šta gledati na Zemlji!

Nije dakle Sunce kao tielo, nije privlačivost Sunca uzrok svim promjenama u uzdušnom oceanu, nego samo njegova toplina. Oduzmi mu samo toplinu, pa je na Zemlji mrtva pustoš. U toplini sunčanoj dakle tražimo konačni izvor svemu životu na Zemlji, u njoj gledamo i konačni uzrok svim promjenama u uzdušnom oceanu.

Želimo li dakle da dobro uhvatimo sliku o pojavima u uzdušnom oceanu, nema druge, nego najprije nešto pažnje posvetiti ovoj toli važnoj prirodnoj sili. Kako nam se očituje toplina, što izvodi toplina u tjelesima, na koja djeluje, kako dolazi od Sunca do nas i na koncu, što je toplina, taj veliki dobrotvor naš, bez kojega bi Zemlja bila mrtva pustinja?

Ovu malu ekskurziju na polje fizike ne će požaliti, komu je do pravog pojimanja pojava u uzdušnom oceanu.

1.

Takneš li se vruće peći, osjetit ćeš u ruci vrućinu, a možda ćeš osjetiti i bol: opekao si se. Turiš li ruku u toplu vodu, imaš opet sličan osjećaj u manjoj mjeri: voda ti je topla ili samo mlaka. Turiš li ruku u snieg, opet imaš u ruci nekakov osobit osjećaj:

snieg je mrzao ili studen. Jest dakle nešto u prirodnim tjelesima, što u nama budi osjet vrućega, toploga, mlakoga i studenoga. To nešto označujemo riečju „toplina", pa velimo: u svakomu je prirodnomu tielu više ili manje topline; toplina je dakle obćena prirodna sila. Ne poznajemo tiela, u kojem ne bi bilo ništa topline. Tielo je nama vruće ili toplo, ako nama daje topline, studeno pako, ako našemu tielu oduzimlje topline. Studen dakle ili zima nije posebna prirodna sila, koja bi možda bila protivno od topline, nego je samo manji stupanj topline. I studeno tielo daje naime još studenijemu nešto svoje topline, dakle je i u studenim tjelesima još topline.

Osjet našega tiela ipak je veoma nepouzdana mjera za toplinu. Zaroni jednu ruku u hladnu, a drugu u vruću vodu, pa malo kasnije obje u mlaku vodu, pa ćeš s mjesta opaziti, kako te vara osjet: u prvoj ćeš ruci imati osjet hladnoga, u drugoj osjet toploga. Da pouzdano ocieniš toplinu kojega tiela, morat ćeš se dakle ogledati za drugom pouzdanijom mjerom.

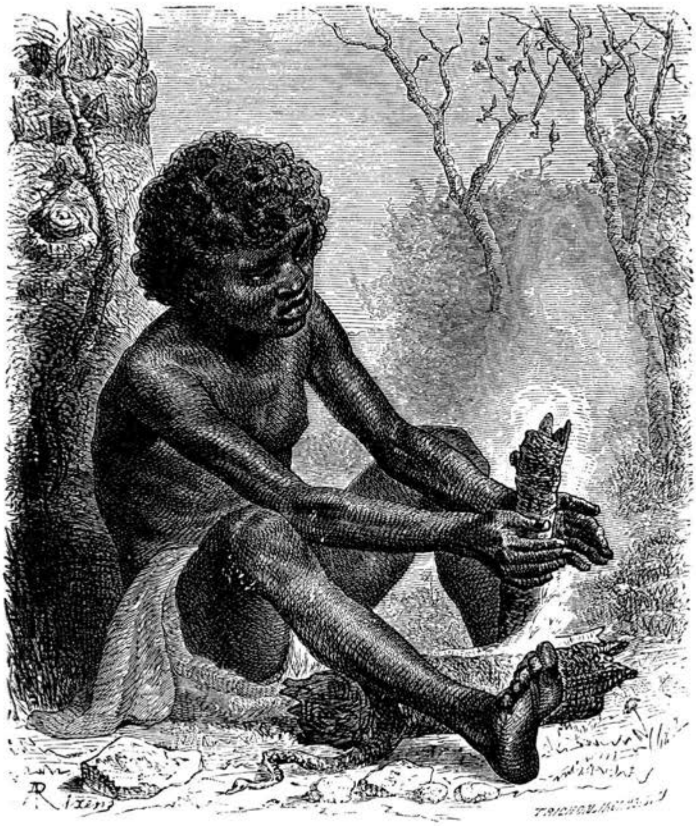
Veoma je dobro poznat ovaj pojav topline: Uzmi dvije jednake kugle, jednu vruću, a drugu hladnu i smjesti ih tako, da se dotiču. Ne će mnogo proći vremena, pa ćeš opaziti, da su obje kugle jednako tople. Nešto je dakle topline iz vruće kugle sámo od sebe prešlo u hladniju. To prelaženje topline prestaje, kad su obe kugle jednako tople. Taj se pojav pokazuje u prirodi uviek: toplina prelazi sama s vrućega tiela na hladnije, dok ne budu oba tiela jednako topla.

I voda, pa i svaka druga tekućina sama teče iz više posude u nižu, dok se ne izjednače visine vode. Ta je sličnost navela ljude u starije doba, da si pomišljahu i toplinu kao nekakovu tanku tekućinu, koja iz toplijega tiela teče sama u hladnije. Bit će prilike da se uvjerimo, kako je neizpravno bilo ovo mišljenje.

Izpitujući pojave topline, najprije nam se je zaustaviti kod pitanja: koji su najvažniji izvori topline na Zemlji. Želiš li naime izpitivati pojave topline, treba da znaš, kako ćeš ju dobiti.

Jedan je od najobičnijih izvora topline trenje tjelesa. Kad ljudi još nikako drugačije nisu znali naložiti vatru, rabili su taj izvor: trli bi komad drveta o drugi živo i uztrajno, dok se ne bi zapušio i zapalio. Ako smijemo vjerovati, čine tako divljaci još i danas, da si naložе vatru: dva sasvim suha komada drva taru jedan o drugi; oba se komada najprije ugriju, i napokon planu (sl. 9.). Silan je to izvor topline, silniji nego što bi mislio. I danas to

gdjekada pokazuju željeznice. Ako željezne osovine kotača nisu namazane, znadu se tako silno trti, da se osovina razžari i raztali, pa se cieli vagon upali. Velika brzina željeznice i dugo trajanje gibanja uzrok su, da se razvije tolika množina topline. Pa i kresanje vatre, koje ćeš još gdjegdje naći u narodu, nije ništa drugo, nego snažno trenje čelika o kremen, tako snažno, da će vrcnuti



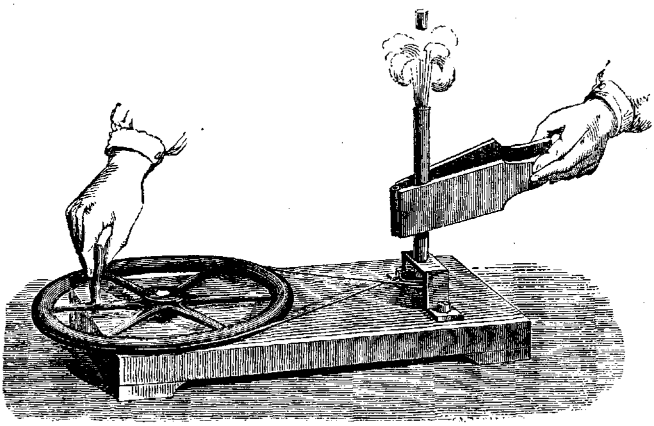
Sl. 9. Divljak loži vatru.

iskrica, koja će zapaliti gubu. Kad potkovani konji voze naglo noću po zidanoj cesti, baš je liepo gledati, kako im vrcaju iskre iz kopita. Pače i drobnice toli lakog uzduha mogu zapaliti gubu, ako ih, zatvorene u jakom staklenom valjku, naglo stlačiš pristalim čepom, na kojemu je privezana guba. Kadgod se dakle taru tjelesa, kad god se sukobe tvrda tjelesa, kad

god se naglo stlače tjelesa, javlja se dosta velika množina topline.

U svim ovim primjerima, koji su za spoznaju pravoga bića topline bili veoma važni, vidiš, da je čovjek ili koji stroj (parostroj) morao da obavlja nekakovu radnju, ako si htio, da se javi toplina. To vrlo liepo pokazuje ovaj pokus Tyndallov (sl. 10.). U cjevčici je voda. Gore je mjedena cjevčica začepljena. Vrtiš li kolo, tare se ciev o pritisnute pločice, voda se ugrije i za $2^1/_2$ minuta para već izlazi kraj čepa. Za nekoliko časova baci čep do 7 metara visoko.

Na račun se potrošene radnje javlja toplina. Zato i velimo obćeno: Kad god se u prirodi troši radnja, pa je na oko



Sl. 10. Toplina postaje trenjem. (Pokus Tyndallov.)

nestaje, javlja se toplina. Toplina se izvodi mehaničnom radnjom. Veoma liep primjer tomu možeš vidjeti svaki čas u svakoj kovačnici. Uzmi težak hladan bat, pa udaraj njime po hladnom nakovnju. Mišice, dižući i spuštajući bat, obavljaju dosta veliku radnju: ako nisi jakih mišica i navikao tomu poslu, ruke će ti naskoro klonuti od umora s te radnje. Pa kud je ta velika radnja? Ni nakovanj se ni bat nije ni malo promienio, nu kad ih opipaš, vidjet ćeš, da radnje nije baš nestalo bez traga, bat se je i nakovanj prilično ugrijao: mjesto radnje javila se toplina.

Kad god si snagom svojih mišica jedan kilogram digao jedan metar visoko, obavile su tvoje mišice neku radnju. Fizičari joj dadoše ime jedan meterkilogram i tom radnjom mjere sve ostale

mehanične radnje ljudi, životinja i strojeva. Parostroj je n. pr. digao iz zdenca dubokog 18 metara jedan kubični metar (= 1000 kilograma) vode i obavio je tim radnju od 1000 × 18 = 18000 meterkilograma.

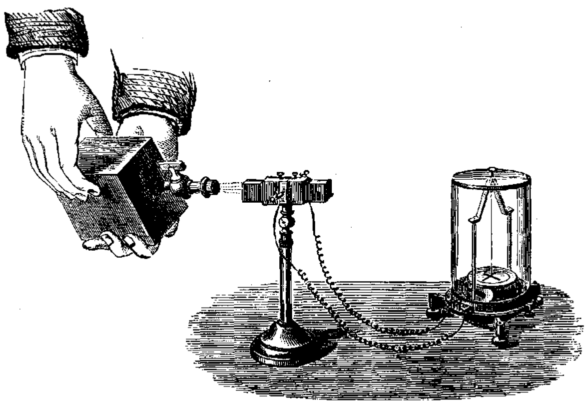
S druge strane možeš lako mjeriti i množinu topline, koju si dobio ili potrošio u raznim prilikama. Na vatru si metnuo litru (= 1 klg.) vode od 15° C., pa želiš, da se temperatura digne za 1° C. t. j. da ciela litra vode pokazuje temperaturu od 16° C. Da dodje do toga, treba da iz vatre predje u vodu odredjena množina topline i svaki put, kad želiš ugrijati jedan litar vode za jedan stupanj Celsija, trebat ćeš ovu istu množinu topline. Nadjenuše joj ime jedna kalorija. Da ugriješ n. pr. 5 litara vode od 15° C. na 100° C. t. j. za 85° C., trebat ćeš u svemu 5 × 85 = 425 kalorija topline.

Svi prije navedeni primjeri nam pokazaše, da se javlja toplina, kad nestaje mehanične radnje. Na dlanu je sada pitanje; koliko meterkilograma radnje treba obaviti, da se javi mjesto nje bar jedna kalorija topline?

Jedva je pedeset godina, što su ljudi našli odgovor na ovo zanimljivo pitanje. Niemac Mayer, praktični liečnik u Heilbronnu, našao ga je g. 1842., a bogati englezki pivar i znameniti fizik Joule (čitaj Džaul) punih je sedam godina izvodio velikim trudom i troškom svakovrstne pokuse, da ga potvrdi (od g. 1843. do god. 1850.). Rezultat je bio jedna od najvažnijih tekovina prirodne nauke u ovom vieku: da dobiješ jednu kaloriju topline, treba da potrošiš ravno 427 meterkilograma radnje. Koliko bi zanimljivo bilo iz bližega razgledati, kako je Joule svakovrstne mehanične radnje pretvarao u toplinu i mjerio odnošaj izmedju potrošene radnje i nastale topline, tomu ovdje nije mjesto. Tek to treba da napose iztaknemo, kako je taj odnošaj svagdje u prirodi stalan i nepromjenljiv: gdjegodj na svietu nestane 427 meterkilograma radnje, tu se javi mjesto nje jedna kalorija topline. Kalorija topline vriedi dakle u gospodarstvu prirode toliko, koliko 427 meterkilograma mehanične radnje. Radi toga zovu broj 427 meterkilograma mehaničnim ekvivalentom topline. — Sad nam je tek posvema jasno, kolika se toplina može razviti, kad se sukobe dva čvrsta tiela. Jedan primjer neka to razloži. Komad olova težak 100 kilograma pao je s visine od 100 metara. Koliko je topline izveo? Ako se 100 kilograma giba 100 metara daleko, obavljena je radnja od 100 × 100 =

10.000 meterkilograma. Kad je olovo lupilo o zemlju, ta je radnja na oko uništena. Mi znamo sada da nije. Mjesto nje javit će se 10.000 : 427 = $23\frac{1}{2}$ kalorija topline (od prilike) a to hoće da reče, da bi mogao njom litru vode ugrijati od 15° C. na $38\frac{1}{2}$° C. —

Ovaj zanimljivi odnošaj izmedju mehanične radnje i topline nehotice potiče na pitanje: a što je za pravo ta toplina, kad ona ovako pravilno postaje iz svake mehanične radnje i kada se opet tako pravilno može natrag pretvoriti u radnju? Nije li i čitatelju na umu zaključak: što se ovako pravilno pretvara, mora da je i u svom biću isto: toplina i radnja mora da su isto. Za radnju znamo, da nije ništa drugo, nego gibanje nekakove mase. Nu mi vidimo,

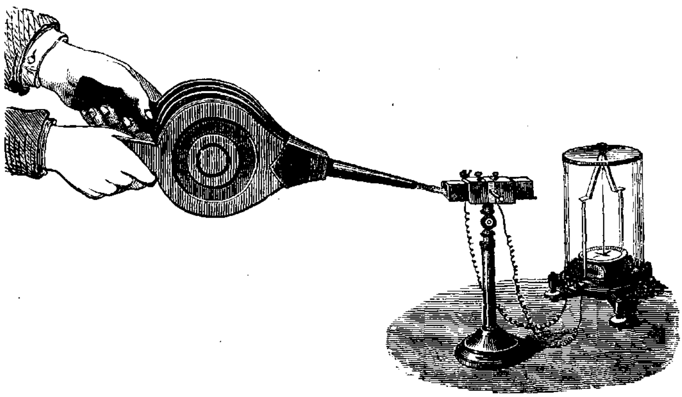


Sl. 11. Toplina se troši, kad se plin razteže. (Pokus Tyndallov.)

da je u svakom prirodnom tielu više ili manje topline, makar bilo i na miru. Po tom moramo zaključiti, da toplina ne može nikako da bude gibanje cielih masa; ne preostaje drugo nego da bude nekakovo gibanje najsitnijih drobnica u masi, koje je tako sitno, da se tjelesnomu oku našemu posvema izmiče. I nehotice dodjosmo do najveće tekovine fizikalne u ovom vieku, do misli: toplina prirodnih tjelesa nije ništa drugo, nego nekakovo gibanje drobnica ili molekula u tielu. Čim je žešće to gibanje najmanjih drobnica, tim viši stupanj topline pokazuje tielo, tim mu je viša temperatura. Nije mjesto, da ovu važnu misao ovdje dalje razpredamo. Neka nadje mjesta samo opazka, da se ovo mišljenje o biću topline u nauci zove mehanična teorija topline i da nam liepo tumači sve pojave topline, koje susretamo u prirodi.

Ovdje za potvrdu iznosimo dva pokusa Tyndallova. U sl. 11. na stolu je veoma osjetljiv toplomjer, koji se zove termo-multiplikator*, koji pokazuje već $\frac{1}{5000}$ jednoga stupnja topline. U boci je gust uzduh, koji ima temperaturu okolice. Otvoriš li pipac, uzduh se iz boce razteže i svladava pri tom odpor izvanjega uzduha; on obavlja radnju, pa se radi toga ohladi. Odklon igle na galvanometru to i pokazuje. U sl. 12. je baš protivno. Ako stisneš uzduh u miehu snagom svojih mišica, pa ga tako iztjeraš, on se je ugrijao, jer je potrošio radnju mišica. Igla se zaista odkloni na protivnu stranu i pokazuje tim, da se je uzduh zaista ugrijao.

Nu ma kako velika i makar kako koristna bila čovjeku toplina, što ju dobiva pretvaranjem radnje u toplinu, slaba bi mu



Sl. 12. Toplina postaje trošenjem radnje. (Pokus Tyndallov.)

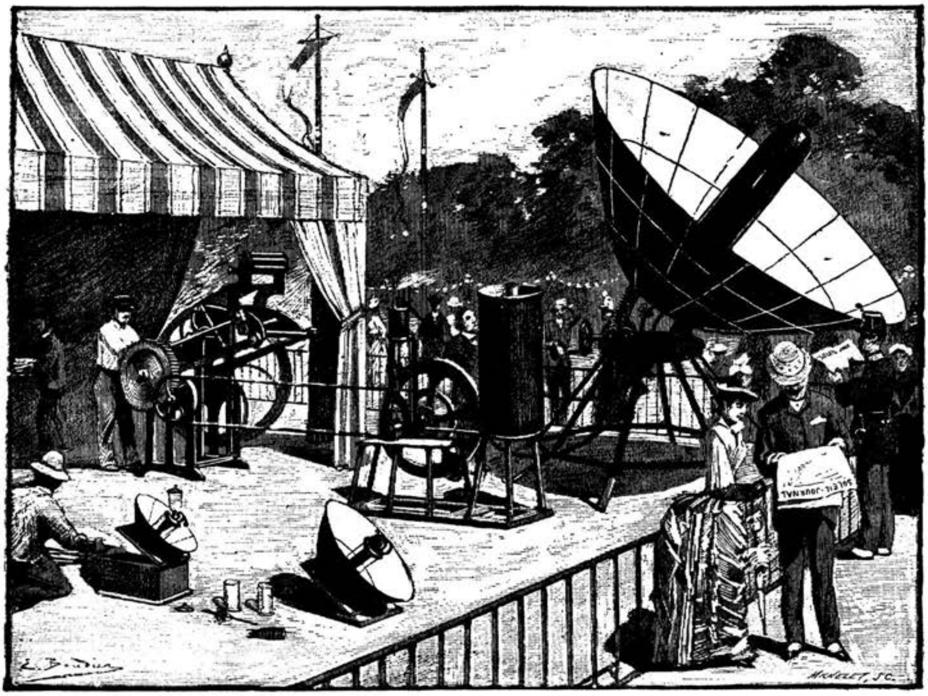
korist bila, da nema na Zemlji drugoga izvora topline, koji daleko nadmašuje svojom snagom predjašnji. To je toplina žarkoga Sunca, pravi izvor sve snage i svega života na kugli zemaljskoj.

Svi ju dobro znamo i kad smo je željni i kada nam je previše nje, a osjećamo svi dobro i to, što bi bilo, da Zemlji nema toga izvora. Neponjatnu množinu topline šalje Sunce svake godine u svemir na sve strane. Sitna kugla zemaljska uhvati od toga tek neznatni trunak, ali i taj je trunak, dosta, da na njoj drži život i svu krasotu njezinu. Uspjeli su pače i u tom, da njom tjeraju strojeve na zemlji, kako nam to i sl. 13. predočuje. Posebnim su aparatom fizičari umjeli od prilike odrediti, da Sunce svake godine šalje u svemir

---

* Izp. Kučera: Crte o magnetizmu i elektricitetu. Zagreb. 1891. Str. 217. i 218.

tri tisuće kvintilijona kalorija topline! (3.000,,,,, 000000,,,, 000000,,, 000000,, 000000, 000000). Pa uzprkos tomu, što gubi toliko topline na godinu dana, pokazuje izkustvo, da Sunce od 200 godina, što ga ljudi pomnije motre, nije ni malo postalo hladnije. Kud se snebivaš s one ogromne topline njegove, tud se još više moraš čuditi činjenici, da kraj svega toga ne postaje hladnije, bar ne toliko, da bi to u tisuću godina mogli opaziti. To se posvema opire svemu, što o toplini znamo. Prazni prostor svemirski ciene, da ima oko — 200° C. temperature.



Sl. 13. Sunčana toplina tjera parostroj.

U sred njega je ogromna žarka kugla sunčana sa svojom užasnom toplinom, pa ipak ne postaje hladnija u tolikoj mjeri, da bi mi to osjetili ni za tisuću godina! Mora da odnekle nadomješta svu toplinu, što ju preko godine daje u svemir. Nu odkuda? Njega ne grije drugo još veće Sunce, jer je astronomija pokazala, da su našemu Suncu dva najbliža od njega užasno daleka. Ide ta daljina u bilijune milja! Po hipotezi Kant-Laplaceovoj postalo je naše Sunce sgušćivanjem svemirske maglice, i u tom, da su se drobnice sve

više tiskale k središtu, tražimo izvor velikoj toplini sunčanoj. U velikoj mjeri isti pojavi, kao kad batom udaraš po komadu olova, pa se ugrije. Sunce se i danas još sve dalje sgušćuje i u tom sgušćivanju tražimo izvor, iz kojega nadomješta toplinu, koju svake godine daje u svemir. Njemački je fizik Helmholtz izračunao, ako se Sunce stegne samo za jednu deset tisućinu svoga današnjega obujma, razvilo je tim dosta topline za dvije tisuće godina! A da se ne steže ništa, morala bi temperatura Sunca padati svake godine za 2° C.

Kolika je danas temperatura Sunca, pravo se ne zna. Da je užasno velika, to je na dlanu. Kušali su ju na razne načine izmjeriti, ali su rezultati još uviek vrlo nejednaki: dok su jedni našli, da je samo oko 5000° C., našli su drugi milijun stupanja. Po najnovijim se mjerenjima čini, da je oko 20.000° C.

Hoće li Sunce do vieka imati ovu toplinu i temperaturu? To je za rod ljudski prevažno pitanje, jer se za nj radi o onom poznatom Hamletovom „biti ili ne biti."

Astronomija odvraća, da ne će. I Suncu će kucnuti zadnji čas, a već davno prije toga ljudskomu rodu na Zemlji. Nu do toga je srećom još dalek put: milijuni i milijuni godina.

Za naše svakidanje sitnije potrebe imamo na Zemlji treći izvor topline, jur spomenuto g o r e n j e. Kadgod se materije kemički sastavljaju, javlja se toplina, a obratno kad se iste materije razstavljuju, treba za to topline, dakle se toplina troši. Znamo, da se na Zemlji gotovo uviek u našim vatrama sastavlja ugljik s kisikom uzdušnoga oceana u ugljičnu kiselinu a vodik s istim kisikom u vodu. Fizičari su već izpitali, koliko se topline javlja kod toga sastavljanja. Kad izgori jedan kilogram ugljika s kisikom, izvodi se u svem priličua množina topline od 8000 kalorija. Dakako, da se velik dio te topline gubi u pećima i u uzduhu, a tek manji dio možemo da mi zaista upotriebimo za grijanje, kuhanje, tjeranje strojeva itd. Mnogo se više topline javlja, kad izgori jedan kilogram vodika s kisikom: 34.462 kalorije. Ovi brojevi najjasnije govore, što nam u svakidanjem životu vriedi toplina gorenja.

Ne smijemo na koncu zaboraviti ni četvrtoga izvora topline na Zemlji, a to je ž i v o t n a t o p l i n a. Za pravo ni ona nije drugo nego sastavljanje materija u živom tielu s kisikom iz uzduha, dakle gorenje. Ovdje još dodajemo, da ove oksidacije u čovječjem i životinjskom tielu ne daju tielu samo stalnu toplinu, nego podržavaju i mehaničnu snagu živih stvorova: toplina se pretvara u radnju.

Temperatura zdravoga čovječjega tiela je 37·5° C., u groznicama se digne do 42° najviše 44° C. Kod bolestnih od kolere i kad dolazi smrt, pane najniže na 35° C.

Najglavniji su dakle izvori topline na Zemlji: 1) toplina od radnje; 2) sunčana toplina; 3) toplina gorenja i 4) životna toplina.

2.

Nema u prirodi sile, koja bi na svim tjelesima u prirodi umjela izvoditi toliko različitih promjena, kao toplina. Te su promjene, ako pravo uzmeš i veoma čudnovate, pače tajinstvene i do polovice ovoga vieka ljudi nisu imali ni pojma o tom, kako toplina dolazi do toga, da može izvoditi takove promjene. Tek odkad je svanula misao, da je toplina nekakova vrsta gibanja u drobnicama i molekulima tjelesa, stao je um ljudski pomalo razumievati i tajinstvene promjene u tjelesima, što ih izvodi toplina. Nu ma kako zagonetna bila koja stvar čovjeku, ako ju vidi često, postane mu obična, on u njoj ne vidi ništa čudna, čim na nju obikne.

Tako je i s učincima topline. Vidimo ih velik broj dan na dan u uzdušnom oceanu, u vodi i na površini zemaljskoj. Tako su nam obične, da malo tko od nas i pita, kako može toplina da izvodi takove pojave u tjelesima.

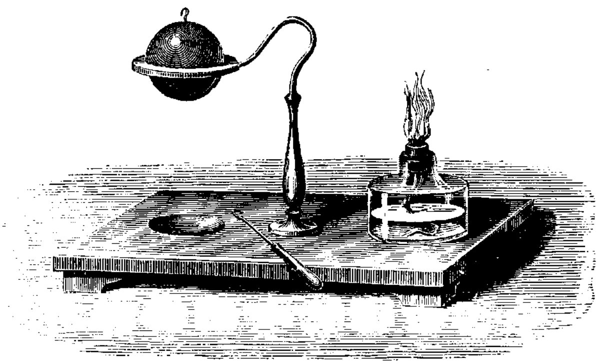
Kako ćemo kasnije s tim učincima topline imati mnogo posla, kako je bez njih upravo nemoguće razumjeti promjene vremena, molimo čitatelje i čitateljice, da s nama obredaju te promjene, makar da ih većinu poznaju od svakidanjeg svog iskustva; dozvolit ćemo si samo dodatak, da u kratko privedemo i na njihovo pojimanje prema današnjem mišljenju o tom, što je toplina.

Svako čvrsto tielo n. pr. željezna kugla, zaprema odredjeni obujam, recimo jedan kubični decimetar. Vagneš li ju, naći ćeš, da važe 7·79 kilograma. Može li ta kugla ikada sama od sebe postati veća ili manja? Gledaš li ju godinu, dvije, dan na dan, uviek je na oko jednako velika. Kad bi neukomu rekao, da to nije istina, da je ova kugla zimi manja, a ljeti veća, čudno bi te za stalno pogledao, ako ti se ne bi u brk nasmijao. Pa ipak ta kugla nije uviek jednaka: oko nas i ovdje grdno vara!

I opet primjer, kako se ne smijemo uviek pouzdati u naša sjetila. Da se osvjedočiš s mjesta, kako te vara oko, možeš izvesti ovaj pokus.

Načini si obruč željezni tako širok (sl. 14.), da kugla baš kroz nj prolazi, a da ne zapne nigdje.

Utakni kuglu u vatru, da se jako ugrije, pa kušaj sada, da ju spustiš kroz obruč: zapet će i sjest će na obruč! Pusti ju, neka se ohladi u uzduhu ili ju polij mrzlom vodom: kugla će opet kroz obruč, kao i prije. Makar kako ju mjerio okom za čitavog pokusa, za oko niti je veća, niti je manja. Nu obruč te je uvjerio, da je ipak postala veća i kasnije opet manja. A tko je učinio to gotovo čudo na kugli? Kuglu si morao samo ugrijati, da se to dogodi, dakle je toplina ona sila prirodna, koja ju je povećala. Da si ju medjutim vagnuo onaku vruću, bio bi se uvjerio, da je još uviek težka ravno jedan kilogram, dakle materije nema u njoj ni truna više, nego prije, dok je bila manja. Tim je pojav postao samo još zagonetniji. Ako bi željeznoj kugli dodao još željeza, razumio bi,

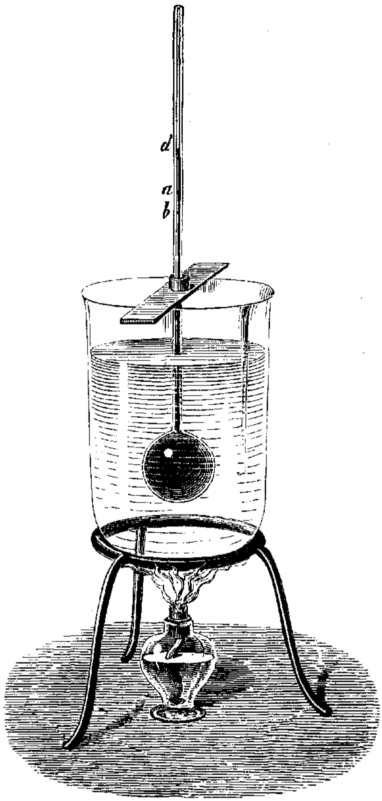


Sl. 14. Toplina povećava obujam kugle.

da postane veća, nu ovako je to gotova zagonetka. I tekućine i plinovi povećavaju svoj obujam, kad ih ugriješ. To liepo pokazuju pokusi u slikama ovdje priloženim označeni, za koje ne treba daljega tumačenja (sl. 15. i sl. 16.). Dolazimo do zaključka: Tielo poveća svoj obujam, ako mu se povisi stupanj topline, a umanjuje svoj obujam, kad mu se snizi stupanj topline ili kraće: toplina ima zaista čudotvornu moć, da razteže i opet steže tjelesa. Rekosmo čudotvornu moć. Sve do polovice ovoga vieka stajao je um čovječji zaista u čudu pred ovim neponjatnim pojavom, a i danas će se mnogim čitateljima, ako se u nj zamisle, činiti gotovim čudom. Misao, da toplina nije drugo, nego nekakovo gibanje molekula u tielu, uniela je i u ovaj tajinstveni pojav nešto svjetla: razum ga naš na tom temelju može da ra-

zumije. Kad si povisio stupanj topline u kugli, što si za pravo učinio? Ništa drugo, nego da svi molekuli u kugli žešće i jače titraju tamo amo oko svog srednjeg položaja. Radi toga sada često jedan molekul udara o drugi, pa se uzajmice raztjeruju, jedan je dalji od drugoga, a to će reći: tielo je povećalo svoj obujam, a da nije postalo ni malo teže. Ruka naša osjeća to pojačano gibanje molekula, kao veću vrućinu tiela, ali oko ne vidi, da su se molekuli razmaknuli.

Razumjet će sada svatko, da su ljudi stali pomno izpitivati, kako toplina razteže različite materije, što ih imademo na Zemlji. U to se ovdje ne smijemo da upuštamo, ali iztičemo ipak konačne uspjehe ljudskoga rada u tom pitanju. Evo ih:



Sl. 15. Toplina povećava obujam tekućine.

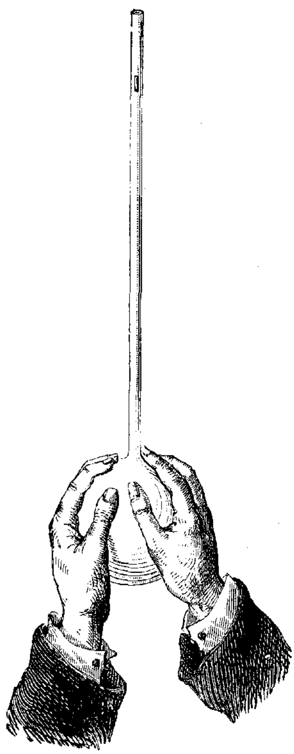
1. Uzdušnine se raztežu najjače od svih tjelesa: kad ih ugriješ za 100° C. povećaju svoj obujam od prilike za jednu trećinu; tekućine se raztežu mnogo manje: na 100° C. povećaju svoj obujam za $\frac{1}{5}$ do $\frac{1}{55}$, prema tomu kakova je tekućina; čvrsta tjelesa raztežu se najmanje: na 100° C. povećaju svoj obujam od prilike za $\frac{1}{60}$ do $\frac{1}{600}$, prema tomu kakovo je tielo, koje se grije.

2. Uzdušnine se raztežu toplinom sve jednako (taj je zakon odkrio francuzki fizik Gay-Lussac, pa se po njemu i zove); tekućine se i čvrsta tjelesa raztežu različito. Evo nekoliko podataka za najobičnije materije. Kad ih ugriješ za 100° C. povećaju svoj obujam: Ulja od prilike za $\frac{1}{12}$, voda za $\frac{1}{25}$, živa za $\frac{1}{55}$, kaučuk za $\frac{1}{60}$, olovo za $\frac{1}{100}$, srebro i zlato za $\frac{1}{200}$, čelik za $\frac{1}{300}$, staklo za $\frac{1}{400}$, drvo za $\frac{1}{1000}$, dijamant za $\frac{1}{3000}$.

3. Uzdušnine se raztežu jednoliko t. j. na svaki stupanj topline za jednako; tekućine i čvrsta tjelesa ne raztežu se

posvema jednoliko: kad su blizu tomu, da se raztale ili da se smrznu, postaje promjena obujma nejednolika.

Ne bi čovjek gotovo vjerovao, kolikom se snagom raztežu čvrsta tjelesa, kad se ugriju. Na vrućoj željeznoj kugli u obruču možeš kovati; ona se ne će ni malo stegnuti i propasti kroz obruč. Debele šinje željezničke se savijaju ljeti, ako su ih zimi polagali jednu uz drugu tako, da su se doticale. Vidjet ćeš radi toga na svakoj željeznici šinje nešto razmaknute. Razžarena željezna kvaka, kad se ohladi, stegne se tolikom snagom, da može zidove primicati jedan drugomu. Godine 1879—1880. bila je u našim krajevima žestoka zima, pa se dogodilo, da su od zime pucali obruči od čelika na kotačima željezničkih kola!



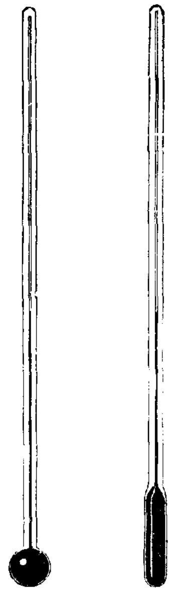
Sl. 16. Toplina povećava obujam plina.

Spomenusmo prije, kako je naša ruka nepouzdana mjera za ocjenu, kolik je stupanj topline u kojemu tielu. Pojav, što ga baš opisasmo, upotriebili su, da sagrade kud i kamo pouzdaniju mjeru za stupanj topline u tjelesima.

Ako je naime istina, da se tjelesa tim više raztežu, čim je veći stupanj topline u njima, smijemo i obratno suditi: Čim se je više razteglo koje tielo, tim je veći stupanj topline u njemu, tim je viša njegova temperatura; (mjesto dviju rieči „stupanj topline“ rabit ćemo od sada uviek riečc „temperatura“).

Na tom je sudu našemu osnovan najvažniji instrument meteorologije, ali i inače gotovo najviše razšireni aparat, termometar (thermos = toplina i metrein = mjeriti, dakle „toplomjer“). Svrha mu je, da mjeri temperaturu makar kojega tiela. Najobičniji je termometar od žive. Sastoji od šuplje staklene kuglice (sl. 17.), koja je svezana s veoma uzkom, ali svagdje jednako širokom staklenom cievi. Gornji je kraj cievi zataljen, a donji otvoreni ulazi u kuglicu. Čitava je kuglica i jedan dio cievi napunjen živim srebrom

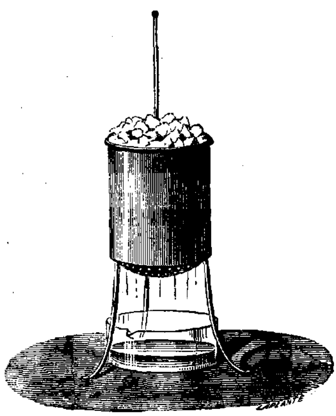
Ostatak je cievi podpuno prazan t. j. u njemu nema ni uzduha. Prima li ovaj termometar odnekle topline, ugrije li se, razteže se živa i obujam joj biva sve veći. To se i oku našemu pokazuje u tom, što se vršak stupca živinoga u cievi penje sve više prema zatvorenom kraju cievi. Govorimo u takim prilikama (netočno), „da se termometar diže“. Ako pako termometar gubi nešto od svoje topline, živa se opet steže i njezin obujam postaje sve manji. To se i opet pokazuje oku u tom, da se vršak žive primiče kuglici. U takoj prilici govorimo, „da termometar pada“.



Sl. 17. Posudica i ciev termometra.

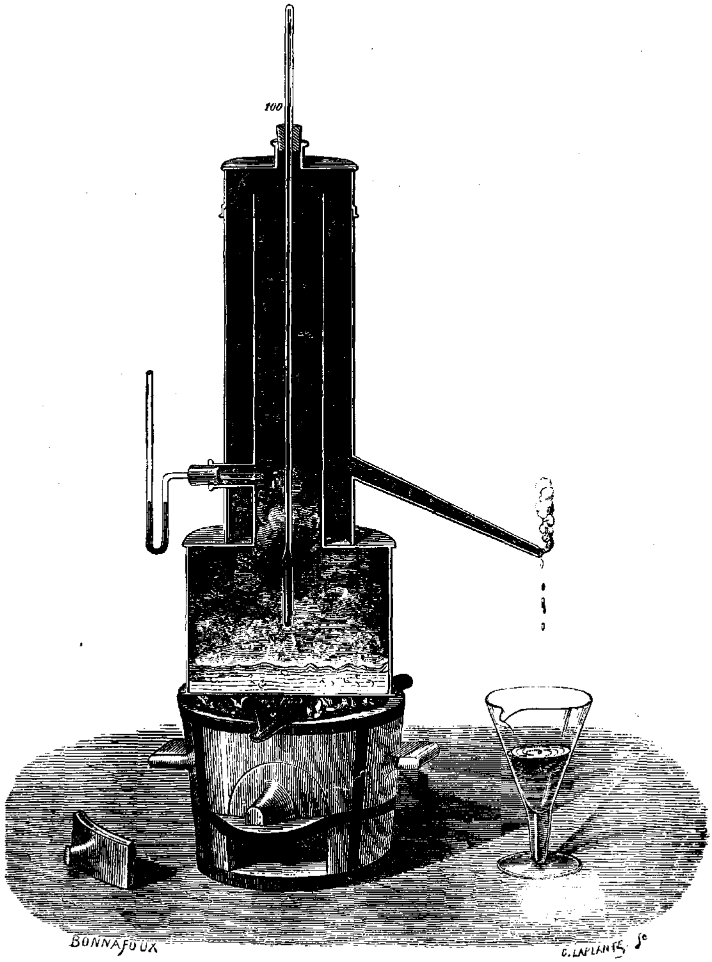
Nu želiš li točnije odrediti stupanj topline, treba da termometru daš još nekakovu skalu t. j vrstu mjere, kojoj se pojedini dielovi zovu stupnjevi. Ta se skala obično namjesti uz ciev termometra ili iza nje ili se napokon ureže u staklo na cievi, pa joj se dodaju brojevi, te svaka crta na skali dobije svoj broj (numeru). Što na termometru čitaš, to je broj crte, koja je najbliža vršku žive, kad oko namjestiš tako, da ravno gledaš vršak žive i skalu kraj nje. Taj broj daje odredjenu mjeru za stupanj topline ili temperaturu termometra.

Skalu termometra diele različito. Najobičnija je danas, a u naukama jedina, razdjelba po Švedu Celsiusu, koji ju je prvi upotriebio, pa se zove centigradna razdjelba ili skala Celsijeva. Uroniš li kuglicu termometra u snieg ili led (sl. 18.), koji se baš tali, opazit ćeš, da se vršak žive najprije spušta, ali nakon kratkoga vremena stane na odredjenom mjestu. Ta je točka označena na Celsijevom termometru brojem 0 (nula) stupanja. Metneš li taj isti termometar u pare, koje se dižu, kad je tlak uzduha 760 milimetara, iz vode, dok vri (sl. 19.), diže se vršak žive u cievi i napokon stane na mjestu, koje je na termometru označeno brojem 100 stupanja. Ako sada još razmak iz-



Sl. 18. Odredjivanje ledišta na termometru.

medju 0 stupanja i 100 stupanja crtama razdieliš na stotinu jednakih česti i ovu razdjelbu još dalje gore nastaviš nad 100 stupanja, a dolje pod 0 stupanja, označujući stupnjeve izpod 0 stupanja opet prirodnim brojevima, gotova je skala Celsijeva termo-



Sl. 19. Odredjivanje vrelišta na termometru.

metra. Stupnjevi se nad 0 zovu stupnjevi topline i pišu se ili bez ikakova znaka pred brojem ili gdjekada znakom + (plus) izpred broja. Iza broja se gore napiše ^{0}, a to se čita „stupanja". Dakle 15^0 ili $+ 15^0$ čita se: ili 15 stupanja ili 15 stupanja topline

ili plus 15 stupanja. Stupnjevi se izpod nule čitaju od nule dolje i zovu se „stupnjevi zime ili studeni.“ Označuju ih uviek znakom — (minus) izpred broja. Dakle — 15° čitat ćeš: ili 15 stupanja studeni ili minus 15 stupanja ili 15 stupanja izpod nule.

Temperatura, kod koje se snieg ili led tali, je ista kao i ona, kod koje se čista voda smrzava, zato se zove ledište. Temperatura, kod koje čista voda vri, zove se vrelište. Celsijev termometar pokazuje dakle 0° kod ledišta, a 100° kod vrelišta vode.

Francuz je Réaumur (čitaj: Reomir) razmak izmedju ledišta i vrelišta razdielio na 80 jednakih česti, 80 stupanja. Réaumurov termometar pokazuje dakle 0° kod ledišta, a 80° kod vrelišta vode. Prema tomu je 100° po Celsiju (piše se: 100° C.) jednako 80° po Réaumuru (piše se 80° R.) ili 10° C. jednako 8° R. ili 5° C. jednako 4° R. Réaumurove stupnje pretvorit ćeš dakle u Celsijeve, ako ih multipliciraš brojem $\frac{5}{4}$ ili $\frac{10}{8}$. Najlakše je najprije dividirati ih na 8, pa onda multiplicirati sa 10. Kako je $\frac{5}{4}$ isto što $1\frac{1}{4}$, možeš Réaumurove stupnje pretvoriti u Celsijeve takodjer, ako Réaumurovim stupnjevima dodaš još njihovu četvrt.

I obratno možeš lako Celsijeve stupnje pretvoriti u Réaumurove, ako ih multipliciraš s brojem $\frac{8}{10}$ ili $\frac{4}{5}$.

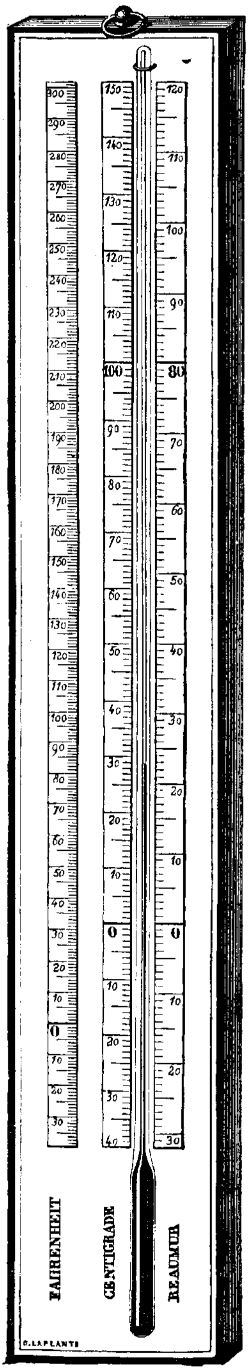
Najbrže će opet biti, ako ih multipliciraš sa 8, pa onda dividiraš na 10. Kako je $\frac{4}{5}$ isto što i jedan manje $\frac{1}{5}$, možeš takodjer Celsijeve stupnje umanjiti za njihovu petinu, da dobiješ Réaumurove

Primjer:

$$12^\circ \text{ R.} = 12 \cdot \tfrac{5}{4} = \tfrac{60}{4} = 15^\circ \text{ C.};$$
$$12^\circ \text{ R.} = 12 \cdot \tfrac{10}{8} = \tfrac{12}{8} \cdot 10 = 1{\cdot}5.10 = 15^\circ \text{ C.};$$
$$12^\circ \text{ R.} = 12 + \tfrac{12}{4} = 12 + 3 = 15^\circ \text{ C.}$$
$$15^\circ \text{ C.} = 15 \cdot \tfrac{8}{10} = \tfrac{120}{10} = 12^\circ \text{ R.};$$
$$15^\circ \text{ C.} = 15^\circ - \tfrac{15}{5} = 15^\circ - 3^\circ = 12^\circ \text{ R.}$$

U običnom životu upotrebljava sviet u našim krajevima još mnogo Réaumurov termometar. Bilo bi bolje, kad bi ga malo po malo zamienjivao s Celsijevim, koji se po cielom svietu upotrebljava u meteorologiji i u drugim naukama.

U Englezkoj i Americi upotrebljavaju opet Fahrenheitov termometar. Ovaj pokazuje kod ledišta vode 32° a kod vrelišta 212°. Prema tomu je 100° C. isto što 212° manje 32° t. j. 180° po Fahrenheitu. Diže li se termometar za 1° C., digao se je dakle za $\frac{180}{100}$ ili $\frac{9}{5}$ stupanja Fahrenheita, nu uz to ne smiješ zaboraviti, da je 0° C. jednako 32° F. Da pretvoriš Fahrenheitove stupnje u Cel-



Sl. 20. Tri skale termometra.

sijeve (a to treba uviek, kad dolaze viesti iz Englezke ili Amerike), treba da subtrahiraš najprije 32°, a ostatak moraš multiplicirati sa 5, a produkt dividirati na 9. Primjer: 50° F. $= (50-32)\,\frac{5}{9} = 18 \cdot \frac{5}{9} = \frac{90}{9}° = 10°$ C. Da si prištediš sve račune, dodana je na kraju knjige tablica za pretvaranje Celsijevih stupanja u Réaumurove i Fahrenheitove. Na slici 20. vidiš uzporedo sve tri skale termometra.

Termometar, koji temperaturu uviek pravo pokazuje, zove se normalni termometar. On mora dakle da pokazuje u ledu, koji se tali, točno 0°, a u parama vode, koja vri uz tlak uzduha od 760 milimetara, točno 100°. Unutrašnja širina cievi mora da je na cieloj dužini skale posvema jednaka.

Nu termometri, što se prodaju, riedko kada pokazuju posvema točno. Želiš li dakle s termometrom točnija motrenja izvoditi, moraš ga najprije izpitati, pa odrediti, za koliko pokazuje krivo.

Najjednostavnija je proba u tom, da izpitaš ledište. Utakneš ga zato u posudu, u kojoj je fino stucani led, a dno joj ima lukanja, da voda otiče, koja se pravi, kad se tali led. Mjesto leda možeš upotriebiti i led i snieg, koji si s vodom zamiesio u kašu. Pokus se izvodi u sobi, u kojoj je temperatura viša od 0°. Termometar uroniš u led tako duboko, da je led oko ciele kuglice i oko cievi sve tik do 0°. Kad si nakon nekoliko opažanja našao, da živa uviek stoji na istom mjestu, zabilježiš si to mjesto. To je pravo ledište i termometar pokazuje pravo, ako stoji u ovom slučaju zbilja na 0°. Stoji li termometar u ledu nad nulom, pokazuje previsoko temperaturu; stoji li u ledu izpod nule, pokazuje temperaturu prenizko. Našao si tako pogrešku tvoga termometra kod 0° i vidio si ujedno,

moraš li tu pogrešku dodati ili oduzeti, da dobiješ pravu temperaturu.

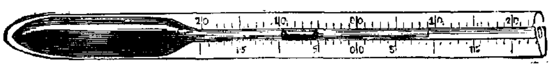
Ovako možeš i vrelište izpraviti. Dobar termometar ima za sve druge stupnjeve istu pogrešku, koju pokazuje kod 0°. Bit će dobro, da češće izpitaš ledište svoga termometra, možda svake godine jedan put, kad ti je pri ruci sniega ili leda.

Živa se smrzava kod nekih —40° C., zato se termometar sa živom ne može upotriebiti, kad treba mjeriti ovu ili još niže temperature. U tim prilikama upotrebljavaju isto takov termometar, u kojemu je mjesto žive alkohol ili spirit. Nu ove je teže dobro načiniti, jer stupnjevi nisu jedan od drugoga jednako daleki, pošto se alkohol ne razteže jednoliko kao živa. Čim je niža temperatura, tim su gušći stupnjevi jedan do drugoga, ako je ciev svagdje jednako široka. Osim toga se jedan dio alkohola gdjekada izpari, pa se slegne na gornjem kraju cievi: termometar pokazuje prenizko. Ovakov termometar od alkohola moraš dakle, ako ga želiš upotrebljavati za točno mjerenje temperature, redovno izporedjivati s dobrim termometrom od žive Pogreške, što si ih opazio, moraš podatcima njegovim dodati ili od njih oduzeti prema tomu, da li instrument pokazuje temperaturu prenizko il previsoko.

Ima na Zemlji dosta tjelesa, kojima temperatura nije uviek jednaka: neko vrieme raste, pa onda opet pada; ponovno raste i opet pada; velimo u takovom slučaju, da se temperatura periodično mienja. Amo ide baš uzdušni ocean, koji nas ovdje najviše zanima. Svatko zna, kako se temperatura uzduha preko dana mienja: po podne je, negdje oko 2 sata, najtopliji, u noć postaje sve hladniji, pred zoru je negdje najhladniji, a onda, kako se Sunce diže, postaje opet sve topliji, dok popodne ne dosegne najvišu svoju temperaturu. Od toga se časa ponavlja predjašnja promjena i tako ide od dana na dan. Svakih 24 sata bit će temperatura uzduha jedan put (negdje po podne) najviša ili maksimum, a jedan put (negdje pred zoru) najniža ili minimum.

Ne bi li bilo vriedno znati i zabilježiti tu najvišu i najnižu temperaturu? Mogao bi to uraditi i s običnim termometrom živinim, ali bi morao kraj njega stajati i motriti ga puna 24 sata, da uhvatiš maksimum i minimum temperature. Toga ne može nitko da radi, s toga su sagradili takove termometre, koji sami uhvate najnižu temperaturu i zovu ih „minimum-termometar“. Druge su opet sagradili, koji ulove samo najvišu temperaturu, pa ih zovu „maksimum-termometar“.

Minimum-termometar je termometar od alkohola (sl. 21.), komu je ciev razmjerno dosta široka. U cievi, u alkoholu, je plivač (mali štapić od crnoga stakla), koji je tako gradjen, da se može u cievi, koja stoji horizontalno, bez zapreke pomicati tamo i amo. On ostaje na svom mjestu, kad se alkohol radi sve veće temperature preko njega razteže. Nu konac alkoholovog stupca ga sobom vuče natrag, kad se alkohol kod padanja temperature primiče kuglici. Želiš li s ovim termometrom n. pr. odrediti, što je minimum temperature bio u noći, namjestit ćeš ga pod večer ovako: Nagni instrumenat tako, da kuglica stoji više od drugoga kraja cievi. Plivač će se u cievi spuštati, dok mu kraj ne dodje do kraja alkohola u cievi i sada namjesti instrumenat horizontalno. Kako noću temperatura pada, pa se radi toga steže alkohol, tako on, dok se steže, vuče za sobom plivača prama kuglici. Čim pako u jutro temperatura stane rasti, ostaje plivač na svom mjestu, dočim se alkohol preko njega dalje razteže. Izvanji, od kuglice najudaljeniji, kraj plivača označuje naj-

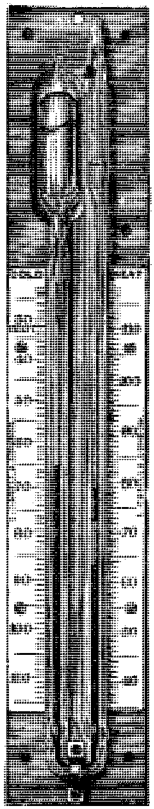


Sl. 21. Minimum-termometar po Rutherfordu.

nižu temperaturu, koja je bila u toj noći. Inače vriedi za ove termometre sve ono, što prije iztakosmo za termometre od alkohola u obće.

Maksimum-termometar služi zato, da uhvati najvišu temperaturu, koja je bila u odredjenom razmaku vremena. To je termometar sa živom, u kojemu je stupac žive u cievi u dvoje razdieljen makar kojim načinom. Dio, koji je uz kuglu, steže se, kad temperatura pada, a ostavlja drugi dalji dio na njegovom mjestu, te njegov kraj pokazuje najvišu temperaturu, kojoj je termometar bio izložen. Ova se razdioba stupčića žive u dvoje najbolje izvede, ako se u ciev odmah iznad kugle namjesti trun (stakla), koji stupčić žive ustavlja, pa mu ne da u kuglu, kad se živa kod padanja temperature steže. Kad se pako velika masa žive u kugli stane od topline raztezati, svlada ona lako ovu zapreku, pa pokraj truna ide u ciev. Može se ova razdioba izvesti i s nešto uzduha, nu taj mora izmedju oba diela stupca biti tako smješten, da ni kod najniže temperature ne dospije u kuglicu. Želiš li upotriebiti ovaj maksimum-termometar, nagni ga nešto s kuglicom dolje. Udariš li nekoliko

puta rukom o kakovu podlogu potisnut ćeš gornji, odkinuti dio živina stupca što možeš niže prema kuglici. I ovaj se termometar sada smjesti tako, da ciev leži horizontalno. Raste li temperatura, turat će živa iz kuglice odkinuti stupac izpred sebe sve dalje, a njegov dalji kraj pokazuje, kao na svakom drugom termometru od žive, temperaturu. Čim temperatura stane padati, steže se živa. Izvanji, odkinuti dio stupca ostane na svom mjestu, a unutrašnji ide natrag prema kugli i medju oba se diela načini prazan prostor. Kraj odkinutoga stupca pokazuje dakle najvišu temperaturu. Ako n. pr. do podne namjestiš u isto doba minimum- i maksimum-termometar, možeš sutradan do podne na njima čitati najnižu i najvišu temperaturu posljednih 24 sata. To ćeš isto dobiti, ako oba termometra namjestiš, kako treba, na večer. Sl. 22. pokazuje Sixov maksimum i minimum-termometar, kako ga je gradio Casella u Londonu. Obe sastavljene cievi napunjene su dolje živom. Iznad toga je lieva ciev i širi prostor napunjen amylalkoholom, a od desne cievi jedan dio. Kad se grije, ugrije se tekućina u lievom prostoru i tjera živu u lievom kraku dolje, desno gore. Mali željezni štapići kazala zabilježe najnižu i najvišu temperaturu. Kad treba, možeš ih magnetom opet namjestiti na živu.

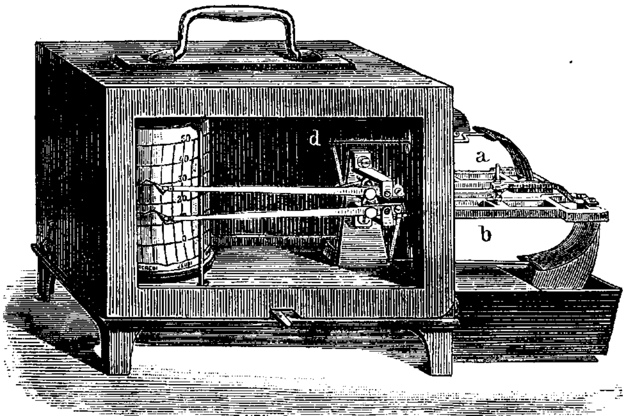


Sl. 22 Casellijev termometar za maksimum i minimum.

Svi ovi termometri pokazuju temperaturu točno na jednu desetinu stupnja. Do pred nekoliko godina bio je najosjetljiviji termometar Nobilijev termomultiplikator*, koji je pokazivao $\frac{1}{5000}$ Celsijeva stupnja. Amerikanski astronom Langley, komu nije ni ovako osjetljiv termometar bio dosta, konstruirao je svoj bolometar (1877.), koji pokazuje $\frac{1}{100.000}$ stupnja, a Boys je (g. 1887.) usavršio termomultiplikator toliko, da pokazuje jednu milijuntinu stupnja. Tomu je instrumentu dao ime radiomikrometar. Njim veli da može mjeriti toplinu, što ju izbija svieća na novčić, koji je od nje daleko 300 metara!

* Vidi: Kučera, Crte o magnetizmu i elektricitetu. Zagreb 1891. Str. 118.

Za meteorologijske svrhe grade danas, osobito braća Richard u Parizu i Fuess u Berlinu aparate, koji bez prestanka sami bilježe na papiru temperaturu uzduha. Zovu se ti aparati termografi (thermos = toplina i grafein = pisati). Sve se više uvode ovi termografi u meteorologijskim observatorijima, jer na njima vidiš temperaturu svakoga časa u danu i noći. Sl. 23. pokazuje taki termograf, na kojemu je još i drugi termometar, koji je uviek mokar (b). Glavni je dio Bourdonova ciev od mjedi, eliptičnoga proreza (a), 18 cm. široka i 100 mm. duga, koja je puna alkohola; ta je ciev izvan ormarića, da mjeri temperaturu. Na kraju je ručica (d), koja hvata u poluge, a ove gibaju kazalo po papiru namotanom na cilindru, koji se neprestano vrti. Kazalo na papiru bilježi temperaturu krivuljom.



Sl. 23. Termograf braće Richard u Parizu.

Prvi je termometar sagradio Drebbel g. 1705. Nije od toga prošlo ni 200 godina i čovjek je već izumio termometre, koji mjere jednu milijuntinu stupnja, i termografe, koji pišu sami dan i noć temperaturu. S ovim savršenim aparatima izpituju danas pojave topline u uzdušnom oceanu s velikim uspjehom. Nije li opravdana nada, da će se instrumenti još više usavršivati, pa će um čovječji s njihovom pomoći do dna doći danas još nejasnim pojavima topline u uzdušnom oceanu?

Predugo smo gotovo zaustavili čitatelja kod prvoga učinka topline — raztezanja — i upotrebe njegove na gradnju raznih termometara. Ne će nam toga zamjeriti, ako im spomenemo, da je sitni termometar najprvi instrumenat u meteorologiji, i što znamo danas pouzdano o zagonetnim pojavama u uzduhu, to je u prvom redu privredio termometar.

3.

Ali nije raztezanje jedini učinak topline. Još je gotovo čudniji drugi učinak. koji idemo, da sada iz bližega pogledamo.

Svi znamo, da je na Zemlji čvrstih tjelesa, tekućina i uzdušnina. Znamo i to, da jedne te iste materije može da bude na Zemlji u sva tri oblika. Najpoznatiji je primjer voda. Nje je na Zemlji najviše kao tekućine, ali je ima dosta i u obliku leda i u obliku vodene pare. Kako je ovaj pojav u nas veoma običan, ne nalazimo u njemu ništa čudno, akoprem je u istinu jedan od najčudnijih pojava u prirodi.

Da pokažeš nekomu, koji vodu poznaje samo kao tekućinu, komad leda, pa da mu rečeš, to je ista tvar kao i voda, težko da bi to vjerovao, dok ga ne bi o tom osvjedočio, raztalivši led pred njegovim očima. Tolika je na oko razlika izmedju vode i leda. A nije manja ni izmedju vode i vodene pare. Vodu bar vidiš i možeš uhvatiti, a vodena je para materija, koje niti vidiš niti osjećaš ikako; a ipak je i to ista materija kao voda.

A tko proizvodi sve te čudne promjene u obliku iste materije? Znamo svi, da to radi toplina.

Ima u svemu četiri vrste ovakih promjena: 1) prielaz čvrstoga tiela u tekućinu — talenje; 2) prielaz tekućine natrag u čvrsto tielo — smrzavanje; 3) prielaz tekućine u uzdušninu — izparivanje, i 4) prielaz uzdušnine natrag u tekućinu — sgušćivanje ili kondenzacija.

Sva su četiri pojava od svakidanjega života prilično poznata, nu nekojima je od njih u uzdušnom oceanu tako velika uloga, da se i u njih moramo časak ustaviti.

Staneš li koje čvrsto tielo n. pr. komad olova grijati, raztezat će se sve više. Ali to ne će ići bez kraja i konca, jer bi napokon morala tjelesa narasti golema, a toga u prirodi nema nigdje. Čim je temperatura ugrijanoga tiela došla do neke granice, koju ti termometar pokazuje, vidok si sasma novoj pojavi: do sada čvrsto tielo samo se od sebe polako razpada i pretvara u tekućinu. Kod olova će se ta pojava javljati kod 300° C. Olovo se počinje taliti. Uvodiš li u olovo još dalje topline, olovo će se polako dalje taliti, nu termometar ostaje kao prikovan kod 300° C., — makar da u olovo ulazi sve više topline. Čudan pojav! Mi smo navikli gledati, da se termometar sve više diže, čim više topline u tielo ulazi,

a evo ovdje toplina ulazi, a termometar ni da bi se maknuo za jedan stupanj dalje. I on tako stoji, dok se nije raztalio posljednji trunak čvrstoga olova. Ako sada gotovu olovnu tekućinu još dalje grijeӗ, počne se termometar opet po malo dizati nad 300° C. i diže se sve dalje, dok u raztaljeno olovo uvodiš topline. Pred nama je nova zagonetka. Kud je prispjela sva toplina, koju si uvodio u olovo od časa, kad se je počelo taliti, pa sve do časa, kad se je sve raztalilo? Sakrila se nekuda u olovo, bio je prije odgovor i zato ju nazvaše skrivenom ili latentnom toplinom. Nu tim dakako nisu ni malo pojava raztumačili.

Što opisasmo kod komada olova, nadjoše i u svih drugih materija, zato izvodimo zaključak:

Da se koje čvrsto tielo počne taliti, treba da ga najprije ugriješ do odredjene temperature. Ta se zove: talište. Osim toga treba još neka množina topline, koja se pri talenju troši, a da ništa ne povisi temperature tiela. Zovemo ju sada: tališnom toplinom (prije latentna toplina).

Tališta su veoma različna u raznih materija. Evo ih nekoliko: Led se tali kod 0° C.; maslac, loj i fosfor kod 40° C., stearin i vosak kod 70° C., — od težih metala ima najniže talište cin 236° C.; olovo, cinak kod 300° C., srebro i bakar kod 1000° C., zlato i lievano željezo kod 1200° C., čelik i kovano željezo kod 1500° C., platina kod 1800° C., a iridium kod 2200° C.

I tališna je toplina veoma različna u raznih materija. Za čudo najviše topline od svih materija treba led, da se raztali. Želiš li 1 kilogram leda od 0° C. raztaliti u vodu od 0° C., moraš uvesti u taj kilogram leda punih 80 kalorija topline, a to će reći, da bi inače mogao ugrijati tom toplinom litru vode od 20° C. do 100° C.! Ne možemo, a da ne primaknemo čitatelja razumievanju ovoga pojava po novom mišljenju o toplini.

Olovo je sastavljeno od molekula, koji su si veoma blizu, pa se radi toga i drže dosta jakom snagom: olovo je čvrsto tielo. Nu ti svi molekuli titraju tamo i amo oko svog srednjeg položaja i čim je žešće i veće to titranje, tim je viša i temperatura olova. Da se olovo raztali, treba molekule toliko raztjerati jedan od drugoga, da se već gotovo ništa ne privlače. Taj će posao moći toplina tek onda obavljati, kad se molekuli tako razmašu, da udaraju jedan o drugi žestoko t. j. kad se je olovo ugrijalo do tališta. Čim je došlo do te temperature, počinje posao raztjerivanja molekula, nu

sada se i sva na novo uvedena toplina s mjesta pretvara u mehaničnu radnju raztjerivanja, pa se u to sva i troši, a ništa je ne ostaje, da digne temperaturu olova: troši se tališna toplina. Tek kad su svi molekuli raztjerani, može još dalje uvedena toplina titraje molekula na novo razmahivati t. j. temperatura će opet rasti. Sada nam ovi zagonetni pojavi duševnomu oku jamačno nisu više — zagonetke. Razumijemo, za što treba da se olovo ugrije do tališta, a razumijemo, što je još važnije, kud je nestalo tališne topline: sva se pretvorila u mehaničnu radnju raztjerivanja molekula.

Nu pustimo sada raztaljeno olovo na miru i odmaknimo vatru! Vidjet ćemo po termometru, kako mu temperatura pada po malo, ali ne će dugo potrajati, pa će se molekuli opet sakupljati i olovo će se opet početi smrzavati. Taj će novi pojav početi u času, kad se je olovo ohladilo do tališta. Visoka temperatura raztaljenog olova držala je molekule raztjerane, baš tako, kao što klin na napetoj strjelici drži razmaknute molekule napetoga luka. U drobnicama je napetog luka težnja, da se vrate natrag u predjašnji ne napeti položaj. Makni klin i oni će zaista velikom snagom poletjeti u taj položaj i strjelicu daleko baciti. Tako je i s molekulima raztaljenoga olova. Visoka temperatura ih doduše držala raztjerane, ona je bila klin. Ohladi li se olovo, nestalo je klina, i molekuli se živo vraćaju u svoje predjašnje položaje. Nu što je posljedica tomu? Oni će se sraziti i zatitrati će pri tom žešće t. j. temperatura će se kod smrzavanja dizati. Toplina, koja se kod talenja na oko uništila, evo se kod smrzavanja opet javlja i točna su mjerenja pokazala, da je se javi baš toliko, koliko se kod talenja potrošilo. I tako je uviek u prirodi: nikako ni truna radnje ne može u prirodi da nestane; koliko se je na jednoj strani potroši, toliko se je na drugoj strani javlja. Evo opet zanimljive nove istine: Tekućina se smrzava, kad se ohladi do ledišta. Ledište je istovjetno s talištem. Kod talenja potrošena toplina pojavi se sva kod smrzavanja: proizvedena toplina smrzavanja jednaka je potrošenoj tališnoj toplini.

I kad se voda smrzava, razvija se velika toplina smrzavanja: osamdeset kalorija od kilograma. Ona je i uzrok, što se vode tako sporo zimi smrzavaju, ako i jest temperatura uzduha izpod ništice. Više se puta i kod kemičkih sastavljanja dogodi, da se koja tekućina naglo mora pretvoriti u čvrsto tielo. U tim se prilikama uviek javlja toplina smrzavanja u to većoj mjeri, čim se je brže

tekućina morala pretvoriti u čvrsto tielo. Najpoznatiji je primjer gašenje vapna, pri čem se voda kemički sastavlja i pretvara naglo u čvrsto tielo. Svatko zna, da se pri tom razvija tolika toplina, da voda živo vrije, kao da si ju ugrijao na 100° C.

Ustavimo se časak i kod pojava, koji baš spomenusmo: uočimo iz bližega pojav vrienja vode!

I opet smo vidoci veoma zanimljivom učinku topline.

Što će to reći: voda vrije?

Metni litru vode od 15° C. na vatru (sl. 24.). Termometar pokazuje, kako se po malo voda grije, a mogao bi finijim metodama i pokazati, kako joj se povećava obujam. Kad se ugrijala do 100° C., vidiš u vodi živo gibanje i komešanje: na dnu se odkidaju veliki mjehurići, dižu do površine i tu ih nestaje za oko.



Sl. 24. Pojav vrienja.

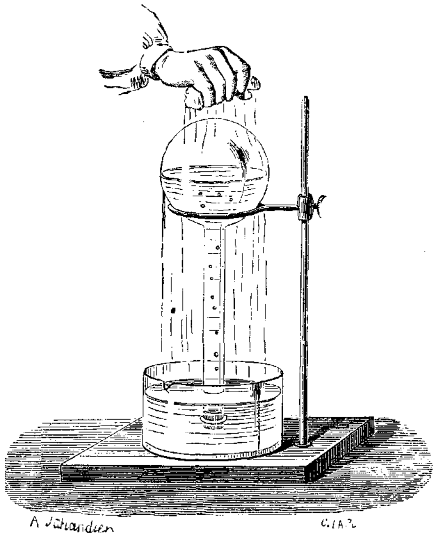
Voda vrije, ali je sve više ne staje iz posude, što dulje uvodiš u nju toplinu. I termometar stoji opet kao prikovan na 100° C. i ne miče se dalje u vis, makar da u vodu ulazi sveudilj baš velika množina topline: nestat će pomalo sve vode, a termometar još će uviek pokazivati 100° C.! Velimo voda se izparila t. j. pretvorila se u vodenu paru, koja je sasma prozirna kao uzduh i bez ikakove boje, pa ju zato oko ne vidi. Samo ako se opet ohladi, pa pretvori natrag u vodu, vidi ju oko kao maglu nad posudom: u posudi samoj je sasma prozirna. Čarobnica toplina izvela je opet veoma zanimljivu promjenu: voda, koju vidiš, koju pipaš, pretvorila se u materiju, koju niti vidiš, niti možeš osjetiti. Pojav te u mnogom sjeća talenja: Da se tekućina pretvara u uzdušninu, treba da se najprije ugrije do odredjene temperature, do vrelišta. Da se radnja izparivanja izvede, troši se odredjena množina topline, koja temperaturu tekućine ni malo ne povisi. Zovemo ju toplinom izparivanja.

Ne bi čovjek rekao, kolika se množina topline potrošila, dok se jedan kilogram vode, ugrijane već na 100° C. pretvori u jedan kilogram vodene pare vruće takodjer 100° C. Fizičari su izmjerili,

da treba za tu radnju 536 kalorija topline. Po novom mišljenju o toplini i to razumijemo. Iz jedne litre vode postane ravnih 1600 litara vodene pare. Kad se dakle voda pretvara u paru, treba molekule njezine jako daleko raztjerati, toplina ima da obavi veliku mehaničnu radnju, zato se je i potroši toliko. Ne smijemo zaboraviti ni to, da je na vodi uzduh, koji ju tlači svojom težinom. Kad toplina raztjeruje molekule vode, svladava ona i taj tlak uzduha. Pokazalo se, da se od gornjih 536 kalorija troši na svladavanje ovoga tlaka samo 40 kalorija, a sav veliki ostatak od 496 kalorija troši se na daleko raztjerivanje molekula, koji se u vodi još uviek dosta snažno privlače.

Različite tekućine vriju kod veoma različitih temperatura. N pr. alkohol kod 78°, petrolej kod 85°, voda kod 100°, raztopljeni sumpor kod 316°, ulje od terpentina kod 293°, živa kod 360°, raztaljen cin kod 1040°.

Nu kad velimo, voda vrije kod 100° C., treba da si uz to pomislimo „uz obični tlak uzduha", koji je 760 mm.



Sl. 25 Vrienje vode kod temperature niže od 100° C.

Pokazalo se naime, da se vrelište vode, a i svih drugih tekućina jako mienja, ako se promieni tlak, koji površinu tekućine tlači. Nema li n. pr. nad vodom ništa uzduha, vrije ona već kod obične temperature od 15° C. Ima liep pokus za to (sl. 25.). U bočicu nalij $^{2}/_{3}$ vode i neka zavrije živo. Iz otvorenog grla izlazi vodena para i ona će malo po malo iztjerati iz bočice sav uzduh. U tom ju času začepi i skini s vatre, pa ju ostavi na strani, da se ohladi n. pr. na 50°. Okreneš li čep dolje, pa bočicu odozgo polievaš mrzlom vodom, pretvorit će se vodena para, što je nad vodom u bočici natrag u vodu, tlak nad vodom će popustiti i vidjet ćeš liepi pojav, kako voda od 50° živo vrije. Radi toga voda i na visokim bregovima ranije vrije: tamo je tlak uzduha mnogo manji nego u dolini. Na sv. Bernhardu

vrije već kod 92°, na Montblancu kod 85°, na Chimborassu kod 77°. Tu su činjenicu ljudi upotriebili, da mjere visinu bregova s termometrom. Nu ako je tlak, koji je na vodi, veći od običnoga tlaka uzduha, vrije voda kod više temperature. U parnom zatvorenom kotlu, iz kojega para vodena, koja se razvija iz vrele vode, ne može da izlazi, postaje tlak na vodu sve veći, pa kad dosegne baš dvostruko od tlaka običnoga uzduha, vrije voda tek kod 121° C.

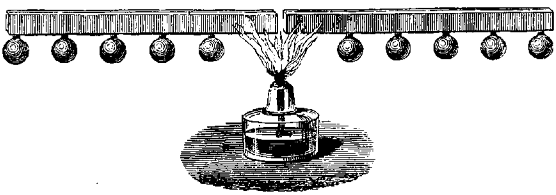
Nu osim izparivanja vode, kad vrije, ima još jedan način, kako se voda polako pretvara u vodenu paru. Zovemo ga izhlapljivanje ili hlap vode. Kadgod je voda u otvorenoj posudi na mirnom mjestu, prelazi jedan dio vode s površine njezine polako kao para u uzduh. Razlikuje se od izparivanja ili kuhanja u tom, da se para izvija samo s površine vode, a da u vodi ne vidiš nikakova komešanja, dok se kod vrienja voda pretvara u paru i u nutrinji svojoj. Voda vrije samo kod odredjene temperature vrelišta, ali hlapi kod svake temperature više ili manje. Pače i led daje s površine svoje uzduhu vodene pare, i on se izhlapljuje! Voda hlapi tim brže, čim joj je viša temperatura, i čim je veća površina, iz koje hlapi. Da se i kod hlapa troši topline na pretvaranje u paru, to je svaki nas osjetio, kad je ruku izvukao iz vode. Voda se na velikoj površini ruke naglo pretvara u paru, ali zato treba puno topline. Neimajuć je sama, uzima si nuždnu toplinu iz svoje okoline, ovdje iz ruke: ruka to osjeća, ona se znatno ohladi.

Spomenusmo već prije maglu ili oblačak nad posudom, u kojoj voda vrije. Obično ga zovu vodena para ili para. Nije pravo. Ono nije više vodena para, nego su to sitne kapljice vode, koje su postale iz vodene pare. Vodena se para dakle može natrag pretvoriti u vodu, i taj se pojav zove sgušćivanje ili kondenzacija pare. On je obratno od vrienja. Da se pretvori para uz obični tlak natrag u tekućinu, treba da se ohladi do vrelišta. Sva množina topline, koja se kod izparivanja potrošila, sada se opet javi — toplina kondenzacije. Kadgod se n. pr. kilogram vodene pare pretvori u kilogram vode postaje 536 kalorija topline: raztjerani molekuli poletjeli su naglo u svoje predjašnje položaje, srazili su se i naglije zatitrali t. j. temperatura se povisila. Nu ohladjivanje nije jedini način, kako ćeš prisiliti uzdušnine, da se sgusnu ili kondenziraju. Ugljična je kiselina, o kojoj je bilo već dosta govora, uz običnu temperaturu na Zemlji uzdušnina (plin). Želiš li ju pretvoriti

u tekućinu, dva ti se puta nudjaju: ili ćeš ju uz obični tlak uzduha ohladjivati do njezina vrelišta t. j. do — 79° C., ili ćeš ju uz običnu temperaturu stlačiti, pa tim molekule prisiliti, da se opet približe jedan drugomu. Pokazalo se, da uz temperaturu od 13° treba za to tlak, koji je 49 puta tako velik, kao obični tlak uzduha, vele: tlak od 49 atmosfera. Ako upotriebiš jedno i drugo sredstvo kondenzacije, uspjet ćeš takodjer.

Plin n. pr. što gradove razsvjetljuje, možeš takodjer pretvoriti u tekućinu, ako ga tlačiš sa 9 atmosfera i ujedno ohladiš na — 73° C. ili pako, ako ga tlačiš sa 42 atmosfere, a ohladiš samo do — 1° C. — Nema plina, koji se ne bi ovako dao kondenzirati!

Vidjesmo evo, kako se sila topline kano da igra s materijama na Zemlji: pretvara ih u veoma različite oblike, pa ih čovjek neuk ne bi ni prepoznao više, da su iste. A sve to lako postigneš, ako u materiju toplinu uvodiš, ili joj topline oduzimlješ. Tim se pri-



Sl. 26. Nejednako prelaženje topline u bakru i željezu. (Tyndallov pokus.)

makosmo pitanju: a kako se može u koju materiju toplina uvoditi i opet iz nje uzimati? Kraće: kako se širi toplina?

Neka odluče o tom pokusi. Uzmi u lievu ruku željeznu motku, a u desnu baš tako debelu i dugačku drvenu, pa metni druge krajeve u žeravicu. Naskoro ćeš osjetiti, kako se toplina u obim motkama širi, jer se obe motke ugriju; nu na željeznoj ćeš si motki već opeći ruku, dok na drvenoj jedva osjećaš, da se je ugrijala. Željezo je dakle kud i kamo bolji vodić topline od drva. Pokus pokazuje, da toplina u tjelesima polako od čestice do čestice prelazi ili ako se jedno tielo baš dotiče drugoga s jednoga tiela prelazi na drugo, dok se cielo tielo ili oba tjelesa nisu jednako ugrijala. Toplina se dakle u tjelesima širi prelaženjem s jedne čestice na drugu. Zvat ćemo taj pojav: p r e l a ž e n j e   t o p l i n e.

Ne prelazi jednako po svim tjelesima. To je liepo pokazao Tyndall pokusom u sl. 26. Dva se sasma jednaka štapa od bakra i

željeza griju na istoj vatri. Male su drvene kuglice prilieplјene voskom u jednakom razmaku. Kuglice će redom odpadati, kako se vosak tali od topline, koja će po štapovima dolaziti. Nu u istom će vremenu na bakru odpasti više kuglica, nego na željezu. Toplina bolje prelazi u bakru, nego u željezu. Najbolji je vodić topline srebro, dobri su vodići svi metali. Mnogo su lošiji vodići topline tekućine; u vodi n. pr. prelazi toplina 1000 puta sporije nego u srebru. Još su mnogo lošiji vodići svi plinovi. U vodiku n. pr. prelazi toplina 3500 puta sporije nego u željezu, a u željezu devet puta sporije nego u srebru. A vodik je medju plinovima još ponajbolji vodić topline.

Nije li u oči ovih podataka na ustima svakomu pitanje: pa kako to, da n. pr. litra vode tako brzo zavrije?

Uzrok je u tom, što litru vode grijemo uviek odozdo, pa se onda voda ne grije prelaženjem topline od čestice na česticu, nego strujanjem. Voda se na dnu jako ugrije, postaje lakša, pa se diže na površinu, a gornje se hladnije vrste spuštaju na dno, gdje se odmah ugriju. U vodi se javljaju dvije struje: jedna nosi toplu vodu gore, a druga hladnu dolje, i voda brzo zavrije. Nu kušaš li vodu odozgo grijati n. pr. tim, da na površinu njezinu naliješ veoma vrućega ulja, s mjesta ćeš se osvjedočiti, kako se sporo grije voda prelaženjem topline. Francuz je Despretz kod ovakovog pokusa vidio, da treba punih 30 sati, dok se sva voda jednako ugrije!

Strujanjem se brzo ugrije i uzduh zimi u sobi, kad ju naložimo. Da nema toga strujanja, dugo bi čekali, dok nam se soba ugrije!

I sam će se čitalac dosjetiti opravdanoj primjetbi. Sunce je glavni izvor topline na Zemlji. Kako dolazi toplina njegova na Zemlju, kad izmedju njega i nas na milijune milja nema ni uzduha ni ikakve druge materije. Što je visina uzduha od 600 kilometara spram daljine Sunca od 149 milijuna kilometara i više? Niti može da dolazi k nama prelaženjem, jer nema po čem da predje od Sunca do nas, a ne dolazi ni strujanjem s istoga razloga. Kako dakle?

Ima nama na sreću još jedan treći način, kojim se toplina po svakom prostoru, pa i po praznom svemirskom prostoru širi, a to je nama dobro poznato izbijanje topline (Wärmestrahlung), pojav ponajvažniji u životu zemaljskom. Da ga nema, sve bi se već davno bilo smrzlo na Zemlji. Okreni lice k vrućoj peći, osjetit ćeš, kako se naglo grije; odkreni ga od peći, pa osjećaš, da uzduh nije tako vruć. Toplina je peći došla do tvoga lica, ugrijala ga je jako, ali

uzduha izmedju peći i tvoga lica nije toliko ugrijala! Peć izbija toplinu. Okreni ledja Suncu; za čas će se jako ugrijati a uzduh oko tebe bit će spram ledja hladan. I Sunce je ugrijalo ledja, a da nije ugrijalo uzduha, kroz koji je prošla toplina njegova. I Sunce, velimo, izbija toplinu. Sakrije li se za čas za oblak, ledja s mjesta osjete, da nema Sunca, nu jedva se oblak izgubio, već se ledja ponovno griju. A ipak je Sunce 149 milijuna kilometara daleko! Toplina njegova leti dakle kao striela brzo k nama.

Čarobnica se toplina dakle može takodjer brzo kao striela širiti kroz prazni svemirski prostor, kroz uzduh, a i mnoga druga tjelesa, da ih ili ništa ili gotovo ništa ne ugrije. Taj se pojav zove izbijanje ili žarenje topline i mi govorimo o zrakama topline, kao i o zrakama svjetla. Te zrake topline nisu same tople, nego označuju u našoj misli put, kojim toplina dolazi. One griju tek onda, kad panu na tielo, koje ih upija a ne propušta. Propušta li ih, one će proći kroza nj, ali ga ne će ni malo ugrijati. Radi toga su gornje vrste atmosfere i prazni prostor svemirski tako studeni, kako na Zemlji nije nikada ni bilo; propuštaju posvema zrake sunčane topline. Od svih tjelesa najbolje propušta zrake topline sol. Gotovo sva prozirna tjelesa, n. pr. staklo, propuštaju tek jedan dio od zraka topline; drugi dio upiju, pa se radi toga ponešto ugriju.

Sa zrakama topline zajedno dolaze nam od Sunca i zrake svjetla; izbijanje topline Sunca i svjetlo mora da su srodni pojavi. Nije mjesto, da ovu misao dalje razpredamo.

Zadovoljavamo se tim, da smo silu topline, o kojoj visi sva snaga i sav život na Zemlji, nešto iz bližega proučili. Upoznasmo joj prezanimljive učinke, a na koncu evo odkrismo, da ulazi u tjelesa trojakim putem: prelaženjem, strujanjem i izbijanjem. To će nam u pojimanju pojava uzdušnoga oceana u velike pomoći.

III.

Toplina uzdušnoga oceana.

Odkuda toplina Zemlje i uzduha? — Prava temperatura uzduha. — Namještaj termometra. — Dnevna promjena temperature uzduha. — Srednja temperatura dana. — Normalna temperatura mjesta. — Godišnja perioda temperature. — Temperatura uzduha pada u visini. — Temperatura uzduha na cieloj Zemlji: a) u siečnju, b) u srpnju. — Isoterme. — Meteorološke postaje. — Bjelašnica. — Srednje temperature nekojih mjesta u Hrvatskoj, Slavoniji, Dalmaciji, Bosni, Hercegovini i Istri.

Kad govore ljudi o klimi (podneblju) kojega mjesta, koje zemlje, pomišljaju u prvom redu na toplinu uzduha u tom kraju i tomu su elementu meteorologije najprije posvećivali osobitu pažnju.

Hajdemo i mi na put oko zemaljske kugle s termometrom u ruci i neka nam priča, što zna o toplini uzdušnog oceana u raznim krajevima i razno doba godine!

1.

Toplina površine zemaljske i uzduha oko nje potječe doduše u prvom redu od Sunca, nu ima još i drugih izvora. Nutrinja je Zemlje po svemu, što znamo o njoj, puno toplija od površine. Prelaženjem se širi toplina od vrste do vrste u zemaljskoj kori k površini. Zemlja izbija ovu svoju toplinu u hladni svemir, nu prima zato od Sunca tečajem godine ovu toplinu natrag.

Izlazi dakle, da unutrašnja toplina zemaljska nije uzrok nikakovim promjenama u toplini uzdušnoga oceana, ovaj izvor ne utječe ništa na klimu mjesta.

Sve su zviezde stajačice sunca, kao i naše; svaka izbija svjetlo i toplinu u svemir na sve strane. Nešto od topline svake zviezde dolazi svakako i do Zemlje izbijanjem kroz prazni prostor.

Čim je toplija zviezda i čim je nama bliža, tim je veća snaga ove topline, što ju izbija. Astronomija pokazuje, da su stajačice užasno daleko od nas; najbliža Suncu α Centauri i 61 Cygni daleko su bilijune milja; dakle je i toplina, što ju Zemlja prima od jedne stajačice veoma neznatna. Nu na drugoj je strani i broj tih sunaca neizmjerno velik, pa misle, da je toplina, što ju Zemlja prima od svemira veoma velika, jedva nešto manja od sunčane. Nu omjer izmedju broja stajačica i njihovih daljina od Zemlje uviek je isti, dakle će i množina topline, što ju Zemlja prima od zviezda biti uviek ista. Niti ovaj izvor topline ne može dakle da izvodi nikakovih promjena u toplini zemaljskoj, po njem bi toplina bila uviek ista.

Glavni izvor zemaljske topline ostaje ipak Sunce. Uhvatimo zraku sunčanu, pa ju pratimo putem od Sunca do nas! Kad pane na tielo blizo Suncu, snaga će joj biti velika: ugrijat će jako to tielo. Nu odmakni isto tielo u dvostruku daljinu, ista zraka ga već ne će toliko ugrijati: snaga će joj biti tek jedna četvrt ($\frac{1}{2 \times 2}$) od predjašnje; u trostrukoj daljini bila bi joj snaga samo jedna devetina od prve ($\frac{1}{3 \times 3}$) i t. d. Mi to možemo i razumjeti. Sunce izbija izvjestnu množinu topline, koja se razdieli po sve većim površinama, pa je jasno, da će snaga grijanja biti sve manja. Kako Zemlja obleti za godinu oko Sunca u elipsi, bit će Suncu čas bliža, čas dalja od njega. Prema tomu će i snaga sunčane topline na Zemlji biti čas veća, čas manja.

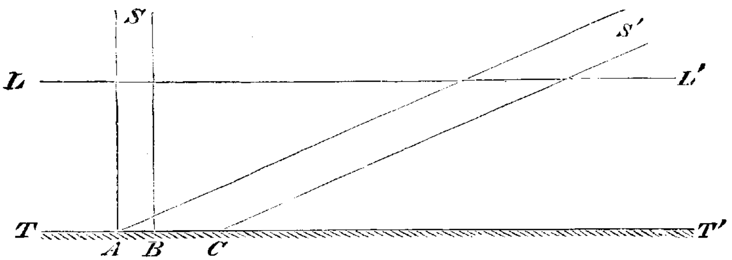
Nu kako je staza Zemlje gotovo kružnica, bit će razlika izmedju snage sunčanih zraka u doba, kad je Zemlja najbliža Suncu (1. siečnja svake godine) i u doba, kad je Zemlja najdalja od Sunca (2. srpnja svake godine), veoma mala. To potvrdjuje i pomno mjerenje stručnjaka: u snazi sunčane topline preko godine nema gotovo nikakove razlike.

Pa odkuda onda te silne razlike u toplini naših krajeva tečajem godine?

Pratimo zrăku na njezinom putu! Prije nego će udariti o Zemlju, mora da prodje kroz uzdušni ocean. Najveći dio topline prodje kroz uzduh, nu malen dio nje ipak upije ili proguta uzduh, pa se tim već nešto ugrije. Očito je: što je duži put zrakâ kroz uzdušni ocean, što su gušće i punije para vrste, kojima zraka prolazi, to

će više topline zraka izgubiti na putu, tim će manje snage još sobom donieti na površinu Zemlje.

Neka bude TT' dio površine zemaljske (sl. 27.), a LL' granica atmosfere. S neka bude snop sunčanih zraka, koji dolazi k nama, kad nam je Sunce baš nad glavom (u zenitu), a S' neka bude taki snop zrakâ, koji dolazi k nama, kad Sunce stoji nizko. Snop S, koji pada okomito na Zemlju ima razmjerno malen put kroz atmosferu spram snopa S'. Nu ovaj osim toga još ima da prodje mnogo dulji put baš u najnižim vrstama atmosfere, gdje je uzduh najgušći i pun vodene pare, pa proguta velik dio topline. Dakle: što je više Sunce na nebu, to je veća snaga grijanja u sunčanih zraka. Pokusi zaista potvrdiše ovaj naš zaključak. Mjerili su množinu topline, što ju izvodi snop zraka odredjene debljine, kad je Sunce visoko i kad je nizko. Izračunaše, da zraka, koja pada okomito na



Sl. 27. Grijanje tla od sunčanih zraka.

Zemlju, na svom putu kroz uzdušni ocean izgubi dvije desetine svoje snage, tako da joj ostane, kad udari o površinu, samo još osam desetina od početne snage grijanja. Poprieko se može reći, atmosfera upija toliko topline od sunčanih zraka, što kroz nju idu, da jedva šest desetina pune snage njihove, koju su imali na granici uzdušnoga oceana, dolazi do površine i nju grije. Kad bi prema tomu računu mogli svu množinu topline, što ju na Zemlji izvode preko godine sunčane zrake, najednako razdieliti po cieloj kugli, raztopila bi oklop leda debeo 31 metar!

A što sada? Posao je zraki sada, da ugrije ono tielo, na koje baš pada: temperatura tiela raste. Zrake sunčane dakle ugriju površinu zemaljsku. Kako će ju jako ugrijati? to je najbliže pitanje, pitanje nešto zamršenije, koje ište od nas, da ga oprezno razpravimo.

Ako snop zraka iste debljine pada okomito na Zemlju (S u slici) grije on samo plohu AB, dok isto tako debeo snop (S'), kad

pada koso na zemlju, grije veću plohu AC. Što niže Sunce stoji i što kosije padaju njegove zrake, tim su veće plohe, na koje se njihova snaga razdieli, sve kad bi im u oba slučaja početna snaga bila ista; tim se manje dakle ugrije svaka točka površine.

Ali nije ni to svejedno, na kakovo tielo snop zrakâ pada. Ima tjelesa, koja se brzo, a drugih, koja se sporo griju. Piesak se n. pr. mnogo brže ugrije, nego tlo obraslo travom i grmljem. Velik se dio topline naime troši na to, da izhlapljuju sokovi bilina i da rastu. Kopno se u obće puno brže grije, nego more. Evo zašto. Od sunčanih zraka, što padaju na hrapavu površinu tla, veoma se malo odrazuje, a gotovo sve tlo proguta; od gladke površine morske, odbija se kud i kamo više zraka, kao od ogledala, tlo se već radi toga brže grije od mora. Nu i od ovih zraka, što panu na vodu, voda dobar dio propušta k dnu, a tek ostatak voda zaista proguta i upotriebi, da se ugrije. K tomu još dolazi i to, da voda najviše topline od svih materija zemaljskih treba, da se ugrije do odredjenog stupnja topline. Ista će množina sunčane topline dakle vodu uviek za manje stupanja ugrijati, nego li istu množinu makar koje druge materije. Na koncu znamo već i to, da se voda grijanjem pretvara u vodenu paru, pa da se za ovo izhlapljivanje opet troši dobrano topline. Sve to zajedno čini, da se površina vode kud i kamo sporije grije, nego površina tla.

Nu ipak se grije jedno i drugo, pa bi po tom morali zaključiti, da temperatura na površini zemaljskoj bez prestanka raste: morala bi se napokon sva toliko ugrijati, da od vrućine ne bi moglo biti života na njoj. Tako bi jamačno i bilo, da zemaljska površina ne izbija ništa od svoje temperature u hladni prostor svemirski. Ono, što mi na površini Zemlje mjerimo kao temperaturu, to je za pravo rezultat borbe izmedju vječnog izbijanja i vječnog primanja topline. Za svemirski prostor, u kojemu lebdi Zemlja, misle da ima temperaturu od nekih — 273° C. Budući da je po tom uviek veoma velika razlika izmedju temperature na zemaljskoj površini i temperature svemirskoga prostora oko nje, bit će i izbijanje zemaljske topline u svemir uviek veoma snažno, i Zemlja, kao tielo nebesko, izbija preko godine u svemir odredjenu množinu topline, koja će svake godine biti ojednaka.

Zemlja ne izbija svagda jednako svoju toplinu. Kako ju izbija, to visi o atmosferi, o raznim prilikama u atmosferi i napokon o

tom, kakovo je tielo, koje toplinu izbija. Zrake sunčane topline propušta uzduh u velikoj mjeri. Nu kad su pale na Zemlju, i nju ugrijale, pa Zemlja počne izbijati svoju toplinu u svemir, postale su ove zrake zemaljske topline drugačije, nego što su bile prve sunčane zrake. Ovih naime zemaljskih zraka ne propušta atmosfera tako lako, nego ih mnogo jače guta. Možemo reći, da je uzdušni ocean s te strane nekakov veliki zastor oko ciele zemaljske kugle, koji ne da toplini njezinoj, da uteče sva u svemir. Baš je tako i u stakleniku (Glashaus). Prozori njegovi propuštaju zrake sunčane topline, ali ustavljaju zrake topline, što ih biline u njemu izbijaju. U velike utječu na snagu zemaljskoga izbijanja i prilike u uzdušnom oceanu. Kad je nebo vedro i uzduh suh, izbija Zemlja jače svoju toplinu; mnogo vode u uzduhu, pa bila ta voda i u nevidljivom obliku vodene pare, uviek u velike smeta izbijanju zemaljske topline. Vrsta oblaka na nebu djeluje kao nekakov krov, koji toplinu opet natrag odbija k Zemlji.

Nu nije svejedno ni to, kakovo je tielo, koje izbija toplinu. S te su strane tjelesa veoma različna.

Gladka tjelesa, kao zrcalo, koja zrake topline najlakše odbijaju, ujedno su i tjelesa, koja najmanje svoje topline izbijaju: što je sjajniji i gladji samovar, to duže ostaje topao.

U red tih tjelesa gladke površine ide i voda.

Tjelesa pako, koja zrake topline najlakše primaju u se te se najbrže ugriju, ujedno su tjelesa, koja izbijanjem svoju toplinu najlakše izgube. T j e l e s a s a h r a p a v o m p o v r š i n o m izbijaju t o p l i n u n a j l a k š e. I uzduh sam izbija svoju toplinu u hladni svemir, ali kud i kamo manje od čvrstih tjelesa i tekućina.

Ovo nam razlaganje pokazuje, da je grijanje uzduha dosta zamršen pojav. Mogli bi ga ovako u kratko opisati. Zrake sunčane, što prodju kroz atmosferu, panu na površinu zemaljsku: ova ih proguta i pretvori u zemaljsku toplinu. Ugrijano tlo zemaljsko grije sada tek uzduh nad sobom i to na sva tri načina, kojima toplina prelazi u tjelesa: prelaženjem, strujanjem i izbijanjem. Najmanje se uzduh ugrije prelaženjem zemaljske topline u nj, jer je uzduh veoma loš vodić topline. Mnogo se više ugrije uzduh strujanjem. Tlo ugrije vrstu uzduha, koja je baš na njemu. Ovaj se razteže, postaje lakši i diže se u visinu, a hladnija se vrsta slegne na tlo. Tako dolazi toplina i u više vrste uzduha. Nu najviše se uzduh ipak ugrije izbijanjem zemaljske topline. Zrake zemaljske topline u velike gu-

taju vodena para i ugljična kiselina uzdušnoga oceana, dok ih kisik i dušik propuštaju: u pustinjama su noći veoma hladne, jer je u uzduhu malo vodene pare.

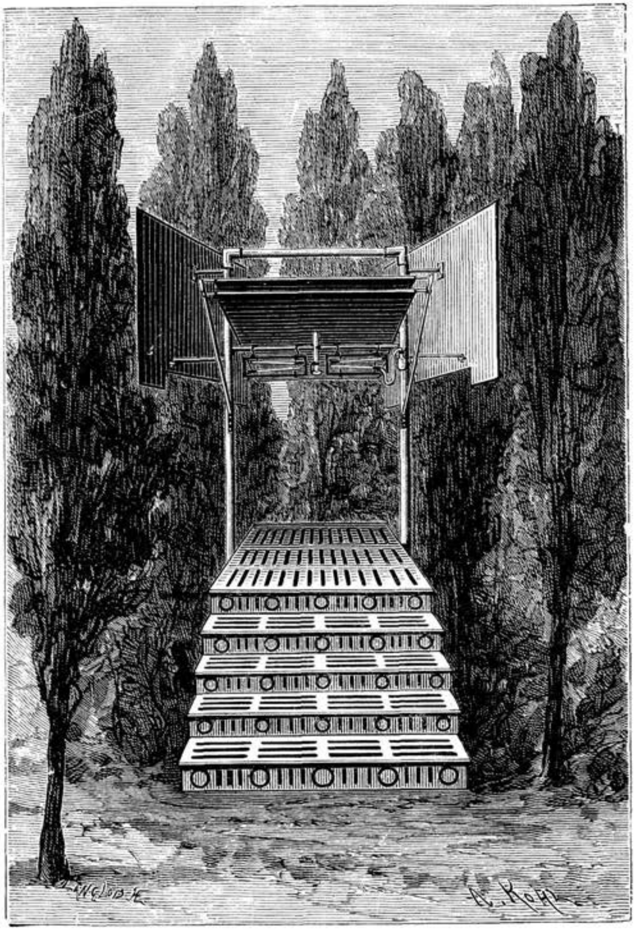
Sad će nam biti jasan poznati pojav, da se uzduh od sunčanih zraka puno sporije ugrije, nego druga tjelesa: u polarnim se krajevima dogodi, da sunčane zrake raztale katram na brodovima, dok je uzduh oko broda ostao hladan kao led.

U visokim bregovima hodaš u najvećem žaru sunčanom, po sniegu!

Želiš li dakle, da ti tvoj termometar kaže pravu temperaturu uzduha, nije dosta, da ga metneš kud god u uzduh: mogao bi dobiti posvema krive podatke. Nije to ni s daleka tako jednostavna stvar, kako se obično misli, i različiti podatci o temperaturi uzduha, koje često možeš čuti, potječu u prvom redu odtuda, što termometar nije pokazivao temperaturu uzduha oko sebe, nego nekakovu drugu temperaturu. Predjašnji su te primjeri jamačno uvjerili o tom.

Da ti pokaže termometar pravu temperaturu uzduha t. j. temperaturu, koju ima uzduh oko njega do dosta velike daljine, moraš ga tako smjestiti: 1) da uzduh može k njemu sa svih strana bez ikakove zapreke; 2) da instrumenat sam bude sav u podpunoj sjeni, da na njega ne pada niti jedna zraka sunčana, koja bi ga izravno grijala; 3) da do njega ne mogu odbijene zrake vrućih zidova ili pako toplije struje uzduha (iz kuhinje, ugrijanih soba itd.), i napokon 4) termometar mora da je podpuno suh. Samo ovako smješten termometar primit će prelaženjem topline podpuno temperaturu uzduha oko sebe, a nikakove zrake ne će posebice grijati njegovu kuglicu. Mnogo se je to pitanje pretresivalo, kako bi bilo najbolje smjestiti termometar. Rezultat je ovo: Najbolje je termometar smjestiti u kućicu od kovi, kojoj su strâne i pod sami kapci, a nad njima je krov. Kapak okrenut na sjever neka budu vrata kućice. Ta kućica stoji u prostranoj, $1^1/_2$ m. visokoj, širokoj i dugačkoj kući od dasaka, koja je na sjever otvorena, a druge tri strane imaju kapke; nad njima je krov, koji se koso spušta. Ova daščara je dolje sasma otvorena i štiti kućicu od kovi u svako doba od sunčanih zraka. Termometar mora da je iznad tla bar 2 metra, a ciela kuća treba da stoji na otvorenom prostoru na tratini. Ovako zaista smještaju svoje termometre u velikim meteorološkim institutima. Sl. 28. pokazuje, kako su termometri smješteni u Montsourisu u Francuzkoj.

Mnogo je zgodnije za motritelje, termometre smjestiti pred prozorom sobe, pa ih ograditi kućicom, koja će ih štititi od sunca, kiše, sniega i izbijanja, a ipak ne će smetati uzduhu, da može uviek do njih.



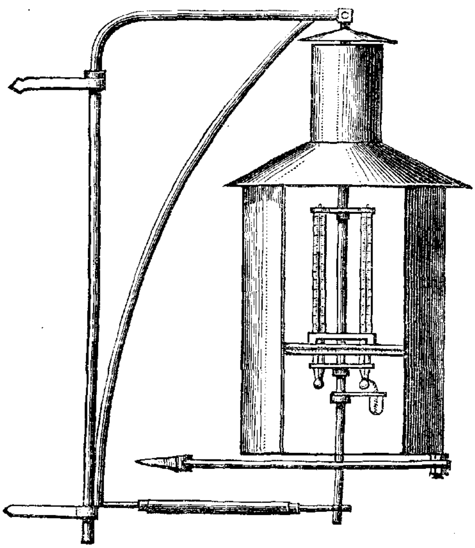
Sl. 28. Kućica za termometre u Montsouris-u.

Termometar treba da bude bar jednu trećinu metra od zida kuće ili od prozora, i mora tako stajati, da ga možeš čitati, a da ne otvoriš prozora. Prozor mora da zatvara tako dobro, da ne može topliji uzduh iz sobe do termometra. Izpod njega ne smije biti prozora ili otvora, iz kojih bi mogao topli uzduh ili kakova vruća para dolaziti

k termometru. Na zid, pred kojim je termometar, ne smiju cieli posljednji sat prije opažanja padati sunčane zrake. Prema svim ovim zahtjevima najbolji je prozor okrenut na sjever u sobi, koja se ne loži. Prozor, pred kojim je termometar, treba da gleda na otvoren prostor, jer bi inače zgrade na okolo mogle uzduh oko termometra nerazmjerno ugrijati.

Nije li termometar suh, obrisat ćeš ga krpom pomno, ali ćeš ga čitati tek nešto kasnije, kad je za stalno primio temperaturu uzduha.

Ovakove kućice za termometre pred prozorima upotrebljavaju u svim meteorološkim postajama. Priložena slika pokazuje praktičnu kućicu te ruke (sl. 29.). Velik broj takovih postaja bilježi svaki dan po cieloj kugli zemaljskoj temperaturu uzduha, te se bilježke sastaju sve u središnjem zavodu meteorološkom, koji ih slaže i iz njih izvodi zakone za grijanje uzduha. Što pokazaše do sada, neka pripovjede ovi redci.

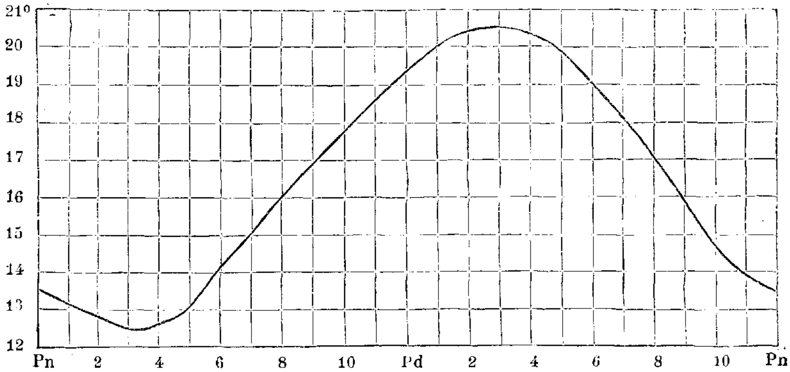


Sl. 29. Kućica za termometre pred prozorom.

2.

Bilježiš li temperaturu uzduha jedan dan i jednu noć (24 sata) svaki sat, naći ćeš na svakoj točki zemaljske kugle, da se ona tečajem dana mienja: raste i pada, i u odredjeno doba dana dosegne do najviše i najniže vriednosti svoje. Taj se pojav, inače svakomu čovjeku poznat, zove d n e v n a p e r i o d a t e m p e r a t u r e u z d u h a. U tropskim krajevima je ova dnevna promjena temperature od dana do dana gotovo posvema jednaka: znaš li, kako se je temperatura uzduha mienjala danas, znaš u napried, kako će se mienjati svaki drugi dan.

Nije tako u umjerenim i hladnim krajevima. Tu se znadu često javljati velike nepravilnosti u dnevnim promjenama temperature uzduha. Jedan će se dan temperatura mnogo više mienjati, nego drugi, a naći će se i takovih dana, gdje će temperatura sva 24 sata padati ili rasti. Da dodješ u ovakim prilikama do pravilne dnevne periode, morat ćeš duže vremena, recimo mjesec dana, bilježiti temperaturu točno na isti sat n. pr. u 7 sati u jutro. Sbrojit ćeš sve ove temperature i razdieliti ih brojem dana. Učinci onih uzroka, koji su izveli nepravilnosti tečajem mjeseca i temperaturu onoga sata čas povisili, čas snizili, izjednačit će se tim načinom i srednji brojevi za pojedine sate dana pokazivat će pravilne promjene temperature čitavoga dana.

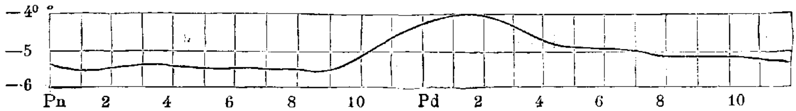


Sl. 30. Dnevna perioda temperature u srpnju u Kristianiji.

Nu kako nije baš svakomu ugodan posao pregledavati i izpitivati čitave nizove brojeva, uveli su u meteorologiji veoma liep način grafički, kako se mogu ovakovi nizovi brojeva predočiti i u jedan mah pregledati. Priložena ga slika 30. pokazuje. Od ponoći do ponoći (Pn) zabilježeni su pojedini sati na najdonjem horizontalnom pravcu. Vertikalni pravci kazuju temperaturu. Temperaturu, koja pripada makar kojemu satu, naći ćeš, ako pratiš okom vertikalni pravac u dotičnom satu do točke, gdje ga sieče deblje izvučena krivulja i onda na lievoj strani čitaš, na kojem je stupnju sjecište. Primjeri: Za 7 sati u jutro naći ćeš temperaturu od 15° C., za 5 sati po podne 20°, za 11 sati na večer 14°. Ova slika pokazuje dnevnu periodu ili svakidanji tečaj temperature u Kristianiji u mjesecu srpnju. Baciš li oko na nju, vidjet ćeš s mjesta, da je

u srpnju u Kristianiji temperatura najniža u $3^1/_2$ sata u jutro i da je samo 12·4°. Do podne, pa i preko podne raste, najprije sporije, onda naglije (krivulja se poslije strmije uzpinje), pa oko 3 sata sata po podne dosegne svoj maksimum 20·5°, da od toga časa tečajem popoldneva i večeri pada, najprije polagano, onda u noći brzo, a pred zoru opet polagano. U zoru je dakle temperatura u Kristianiji najniža (12·4°), a nekoliko sati poslije po dana najviša (20·5°), a razlika izmedju najviše i najniže temperature je 8·1°. Zovu tu razliku „dnevna amplituda temperature".

Ne mienja se ovako temperatura preko dana u svim mjesecima godine. Slika 31. pokazuje svakidanji tečaj temperature za mjesec siečanj u Kristianiji. Najniža je temperatura (— 5·6°) u $8^1/_4$ sata u jutro, a najviša oko $1^1/_4$ sata po podne (— 4·0°). Dok je u srpnju izmedju minima i maksima prošlo gotovo 12 sati, u siečnju je izmedju njih prošlo jedva 5 sati. U obće u siečnju se mienja tamo temperatura samo po danu, a gotovo cielu je noć jednaka. Čas



Sl. 31. Dnevna perioda temperature u siečnju u Kristianiji.

najviše temperature je zimi podnevu mnogo bliži nego ljeti, a čas najniže temperature zimi je mnogo kasnije, nego ljeti. To je u uzročnoj svezi s izhodom Sunca u Kristianiji. Sunce izlazi u sred srpnja u 3 sata 4 minuta, a minimum je temperature u 3 sata 28 minuta. U siečnju izlazi Sunce u 8 sati 46 minuta, a minimum je temperature u 8 sati 10 minuta. U svako doba godine pada dakle minimum temperature prilično točno na izhod Sunca.

Svakidanja se promjena temperature uzduha posvema slično sbiva na svakom mjestu zemaljske kugle. Razlika je samo u tom, što je za druga mjesta druga amplituda, i što skrajnje temperature (ekstremi) padaju na druge sate dana. Naše slike 32. i 33. pokazuju dnevne promjene u temperaturi za nekoja mjesta umjerenoga pojasa u srpnju i u siečnju.

Pitanje, zašto se baš ovako mienja temperatura uzduha preko punoga dana, veoma je lako riešiti. Uzrok je očito u dnevnom gibanju Sunca po našem nebu. Noću, kad nema Sunca nad hori-

zontom, gubit će Zemlja i uzduh nad njom svoju toplinu izbijanjem u hladni svemir, a to će nam termometar pokazivati tim, da će temperatura sveudilj padati, dok ne počne Sunce opet grijati Zemlju t. j. do izhoda Sunca. O izhodu mora dakle da bude najniža temperatura. Čim se Sunce digne nad iztočni horizont, primat će i površina Zemlje i uzduh topline od njega i radi toga se diže temperatura uzduha. Kako se Sunce sve više diže nad horizont, tako postaje i kut, pod kojim zrake njegove padaju na Zemlju sve veći, tako postaje i snaga grijanja u sunčanih zraka sve veća i temperatura raste. Poslije podneva se Sunce opet spušta k zapadnom horizontu i grije slabije površinu zemaljsku nu ipak je množina topline, što ju Zemlja od njega prima, veća od množine, koju Zemlja izbija u svemir, i zato temperatura poslije podneva neko vrieme još uviek polako raste. Nu čim se je Sunce nekoliko sati poslije podneva nešto dublje spustilo, doći će čas, te će snaga sunčana Zemlju baš toliko grijati, koliko ona gubi izbijanjem. U tom će času biti maksimum temperature i od toga časa dalje temperatura opet pada. Čim se više primiče Sunce zapadnomu horizontu, tim će više prevladati izbijanje zemaljske topline t. j. tim će brže padati temperatura. Poslije zapada Sunca nastavlja se ohladjivanje žarenjem sve dalje u noć i radi toga pada temperatura uzduha sve dok ne izadje opet Sunce.

Glavna je dakle oznaka svakidanjih promjena temperature uzduha za sva mjesta na zemaljskoj kugli ta, da temperatura uzduha tečajem podpunog dana izmjenice raste i pada.

Ima nekoliko izuzetaka od ovoga zakona. U krajevima hladnog pojasa zemaljskog (od $66^2/_3{}^0$ do 90^0 geogr. širine) dodje zimi vrieme, kad Sunce ciele dane ostane izpod horizonta. To je „tamno doba“. Nu zato se opet ljeti nadje doba, kad je Sunce cielu noć nad horizontom. U takim mjestima za tamnog doba nema dnevne periode temperature uzduha: poprieko je dan i noć (sva 24 sata) ista temperatura. Najsjeverniji je grad u Evropi Vardöe u Norvežkoj, gdje Sunca ne vide od konca studena do konca siečnja. Tečajem cielog prosinca ne mienja se temperatura uzduha niti za jednu desetinu stupnja za 24 sata, a u siečnju jedva za polovinu stupnja! U tropskim pako krajevima, gdje je dužina dana i visina Sunca cielu godinu gotovo jednaka, takodjer je dnevna perioda temperature gotovo cielu godinu jednaka.

Razumjet ćemo sada, zašto je u umjerenom pojasu dnevna promjena temperature ljeti veća nego zimi. U zimi je naime Sunce u

našim krajevima mnogo manje vremena nad horizontom i stoji na nebu mnogo niže nego ljeti, pa mu je snaga grijanja zimi mnogo manja. A baš ta snaga sunčanih zraka jedini je uzrok, što temperatura izmjenice raste i pada. Noću se Zemlja jednolično ohladjuje, za to temperatura doduše pada, ali tečajem noći nema nikakovih periodičnih promjena.

Kopno i more su, kako pokazasmo prije, veoma različni prema upijanju i izbijanju topline. Površina se morska mnogo sporije grije, nego kopno; nu zato opet površina morska mnogo sporije izbija svoju toplinu nego kopno. Uzduh se dakle nad pučinom morskom ne će tečajem dana tako brzo ugrijati kao nad kopnom, a u noći se opet ne će tako brzo ohladiti, kao nad kopnom. Dnevna promjena temperature uzduha bit će radi toga u sred kopna velika, a na obali morskoj mnogo manja. Evo karakterističnog primjera. Bergen je na zapadnoj obali Norvežke, a Barnaul na Obu u južnoj Sibiriji, dakle u sred azijskog kontinenta. Za ova su mjesta našli:

	Siečanj			Srpanj		
	Najniža temperatura	Najviša temperatura	Amplituda	Najniža temperatura	Najviša temperatura	Amplituda
Bergen	0·1°	1·2°	1·1°	11·9°	17·1°	5·2°
Barnaul	— 21·6°	— 16·0°	5·5°	13·5°	24·1°	10·6°

U oba je mjesta amplituda temperature u siečnju manja nego u srpnju, kako to vidjesmo i za Kristianiju. Nu u Barnaulu je amplituda u siečnju za 4·4°, a u srpnju za 5·4° veća, nego u Bergenu: To čini more!

3.

Odkrismo prvi znameniti zakon za toplinu uzduha: dnevnu periodu temperature uzduha. Kad ne bi u atmosferi bilo drugih pojava, koji znadu pobrkati pače posvema izvrnuti ovo pravilno mienjanje temperature, mi bi od dana do dana imali unapried točno odredjenu promjenu temperature uzduha, koja bi se svake godine vraćala istim redom. Idemo dalje, da odkrijemo još koji slični zakon!

Recimo, da smo zaista s dobrim termometrom, koji smo kako treba namjestili, uztrajno bilježili temperaturu uzduha sva 24 sata. Sbrojimo li ta 24 broja, pa svotu razdielimo na 24, dobit ćemo srednju temperaturu toga dana. Kad bi taj posao radili cieli

mjesec dana, dobili bi srednje temperature svih dana u tom mjesecu. Sbrojiš li opet te srednje temperature svih dana u tom mjesecu, pa svotu razdieliš na 30 ili 31 (koliko je dana bilo u mjesecu; za veljaču 28 ili 29), dobit ćeš *srednju temperaturu toga mjeseca*.

Nu tko bi taj ogromni posao obavljao samo jedan mjesec dana, a kamo li svih 12 mjeseca u godini ili čak više godina? Nitko ga i ne radi. Tek veliki meteorologijski observatoriji, razasuti po cieloj kugli zemaljskoj, a tih nije mnogo, imaju instrumenata, koji bez prestanka dan i noć sami bilježe na papiru temperaturu uzduha, pa možeš po njihovim bilježkama i kasnije posvema točno odrediti, kolika je bila temperatura u makar kojemu času. To su *termografi*, a njihove se bilježke, kojih ne umije svatko čitati, zovu termogrami.

Na svim se drugim mjestima bilježi temperatura uzduha tek nekoliko puta na dan (obično 3 puta), pa je nastalo pitanje, bi li se dala srednja temperatura dana kako odrediti iz ovih triju bilježaka. U mnogim zemljama bilježe temperaturu uzduha u 6 sati u jutro, u 2 sata po podne i u 10 sati na večer, dakle u 24 sata tri puta, svaki put u razmaku od ravno 8 sati. Pokazalo se: ako sbrojiš ova tri broja, pa svotu razdieliš na 3, dobit ćeš veoma blizu srednju temperaturu dana, kao da si bilježio svaki sat. Nu dva su roka ovdje nezgodna: 6 je sati u jutro prerano, a 10 sati na večer prekasno za mnoge motritelje. Radi toga su u drugim zemljama uveli rokove: 8 sati u jutro, 2 sata po podne i 8 sati na večer. Meteorologički kongres u Beču (1883.) bavio se je tim pitanjem i preporučio motriteljima temperature ove rokove kao najzgodnije, da iz njih izvedu srednju temperaturu dana. Priedlozi su poredjani tako, da prvi daje najtočnije, a posljednji najnetočnije srednju temperaturu dana:

1)	6 sati u jutro,	2 sata po podne,	10 sati na večer	
2)	7 „ „ „	2 „ „ „	10 „ „ „	
3)	7 „ „ „	1 „ „ „	9 „ „ „	
4)	7 „ „ „	2 „ „ „	9 „ „ „	
5)	8 „ „ „	2 „ „ „	8 „ „ „	i minimum
6)	9 „ „ „	3 „ „ „	9 „ „ „	i „
7)	10 „ „ „	4 „ „ „	10 „ „ „	i „
8)	8 „ „ „	i	8 „ „ „	
9)	9 „ „ „	i	9 „ „ „	
10)	10 „ „ „	i	10 „ „ „	

U austro-ugarskoj monarkiji se na svim postajama upotrebljavaju rokovi pod brojem 4).

Ako si odredio makar kojim načinom srednje temperature svih dana u godini, pa ih sbrojiš i svotu razdieliš na broj dana u toj godini, dobit ćeš srednju temperaturu te godine ili srednju godišnju temperaturu.

Da si donekle posao prikratiš, možeš takodjer srednju mjesečnu temperaturu pomnožiti brojem dana u mjesecu, dobivene produkte sbrojiti i ovu svotu razdieliti na broj dana u godini. Manje će biti točan rezultat, ako samo sbrojiš 12 srednjih mjesečnih temperatura, pa svotu razdieliš na 12.

Ako se ovim načinom na istom mjestu motri i bilježi temperatura više nego 20 godina, može se za to mjesto veoma točno odrediti srednja temperatura svakoga dana, svakoga mjeseca u godini, a i srednja godišnja temperatura toga mjesta.

Prvi siečanj n. pr. ne će svake godine imati istu srednju temperaturu: u jednoj će godini biti hladniji, u drugoj topliji. Nu ako si bar 20 godina zabilježio srednje temperature prvoga siečnja, pak ih sbrojiš i razdieliš na broj godina, dobit ćeš broj, koji ti već veoma točno kazuje srednju temperaturu prvoga siečnja. Uzroci naime, koji su čas povisili, čas snizili temperaturu toga dana i tim izveli nepravilnosti u pojedinim godinama, izjednačit će se za 20 godina toliko, da u srednjem broju ne će biti gotovo ništa više od tih nepravilnosti.

Ove se vriednosti zovu normalne temperature toga mjesta. Ima prema tomu svaki dan u godini svoju normalnu temperaturu, svaki mjesec svoju. Ako u kojoj godini taj dan ili mjesec pokazuje višu temperaturu od normalne, velimo, da je pretopao za suvišak nad normalnu temperaturu. Pokazuje li pako nižu temperaturu od normalne, velimo, da je za razliku obih prehladan. Normalne su temperature dakle za svako mjesto mnogo vriedni brojevi; u njima se zrcali podpuno visina uzdušne temperature na tom mjestu, oni pokazuju posvema točno, kako bi se temperatura uzduha mienjala sasma pravilno od dana do dana u godini, kad ne bi bilo uzroka, koji neprestano taj pravilni red u promjenama temperature pobrkaju.

Gdje se ustroji kakov meteorologijski veći observatorij, računaju se ove normalne temperature ne samo za svaki dan i mjesec u godini, nego pače i za svaki sat u danu, za skupove po 5 dana (pentade) i za 10 dana (ili 11 dana $= \frac{1}{3}$ mjeseca). Na takim

mjestima može stručnjak da reče za svaki sat u godini, je li bio prehladan ili pretopao prema prilikama toga mjesta.

Nu malo je na svietu mjesta, gdje bi se preko 20 godina pravilno i neprekinuto bilježila temperatura uzduha, kako ište nauka. Malo bi po tom bilo mjesta, za koja znamo normalne temperature. Ima li koje mjesto bar nekoliko godina pravilnih bilježaka o temperaturi, treba da nauka nadje način, kako bi se iz tih bilježaka mogla ipak naći normalna temperatura mjesta računom. I našla ga je. Upotrebljavaju ga najviše, da nadju normalne temperature pojedinih mjeseca u godini, ali ga mogu upotriebiti i za druge rokove. Toliko je vriedan, da ćemo ga ovdje opisati, jer bi ga možda mogao upotriebiti i koji od čitatelja.

Kad su stali meteorolozi izpitivati, kolika je temperatura uzduha u isto doba na velikom teritoriju, odkrili su veoma zanimljivu činjenicu, da je razlika izmedju temperature, koja je zbilja u tom času na tom mjestu i njegove normalne temperature za sva mjesta, koja nisu predaleka, prilično jednaka. Ako je n. pr. temperatura kojega mjeseca na jednom mjestu previsoka prema njegovoj normalnoj temperaturi za 2°, možeš pouzdano reći, da je za 2° previsoka i na svakom drugom mjestu, koje nije odviše daleko od njega, jer uzroci, koji izvode ovo povišenje temperature, ne djelovahu u ono doba samo u tom jedinom mjestu, nego posvema jednako na velikom obsegu oko toga mjesta. Ako dakle ova 2° odbiješ od temperature, koju si zaista opazio na svome mjestu, našao si prilično točno normalnu temperaturu svoga mjesta za taj mjesec. Prirodno je, da ćeš ovakovim izporedjivanjem naći normalne temperature svoga mjesta tim točnije, čim si više godina opažao. Da razjasnimo stvar, evo još primjera, koji nam je baš pri ruci. Godine 1864. bila je srednja temperatura kolovoza na Dombaasu na Dovrefjeldu (u Norvežkoj) 7·1°. Srednja temperatura kolovoza bila je u Kristianiji 13·0°. Normalna temperatura kolovoza za Kristianiju (izračunana iz opažanja od 30 godina!) je 15·3°. Dakle je kolovoz 1864. u Kristianiji bio prehladan za 15·3° — 13·0° = 2·3°. Kako Dombaas nije predaleko od Kristianije, možeš reći, da je tako bilo i u Dombaasu: i njegov je kolovoz 1864. bio prehladan za 2·3°, ili: normalna temperatura kolovoza na Dombaasu se izračuna na 7·1° + 2·3° t. j. 9·4°. Ako pako račun ne ćeš da osnuješ baš samo na kolovozu godine 1864., koji je bio preko reda hladan, nego na temperaturama kolovoza od četiriju bližih godina: 1864., 1865., 1866. i 1867.

nadješ, da je srednja temperatura kolovoza po ovim podatcima bila u Dombaasu 9·9°, a u Kristianiji 14·7°. Kristianija je dakle u tom četirgodištu bila prehladna za 15·3° — 14·7° = 0·6°, a za toliko je bio prehladan i Dombaas. Ako se obazreš i na to, izlazi, da je normalna temperatura kolovoza na Dombaasu ne 9·9°, nego 9·9° + 0·6° t. j. 10·5°. Ovaj je rezultat dakako mnogo točniji od predjašnjega 9·4°. Po njem pako vidiš sada, da kolovoz 1864. na Dombaasu nije bio samo za 2·3° prehladan, nego za 10·5° — 7·1° ili za 3·4° t. j. Dombaas imao je razmjerno još hladniji kolovoz od Kristianije.

Povratimo se nakon ove male stranputice k normalnim temperaturama!

Znaš li normalnu temperaturu kojega mjesta za svaki dan u godini, ili za sve mjesece ili sve pentade u godini, možeš si veoma liepo predočiti kako se mienja temperatura uzduha tečajem jedne godine, pak ćeš odkriti za svako mjesto na zemaljskoj kugli novi veoma zanimljivi pojav, odkrit ćeš godišnju periodu u temperaturi uzduha.

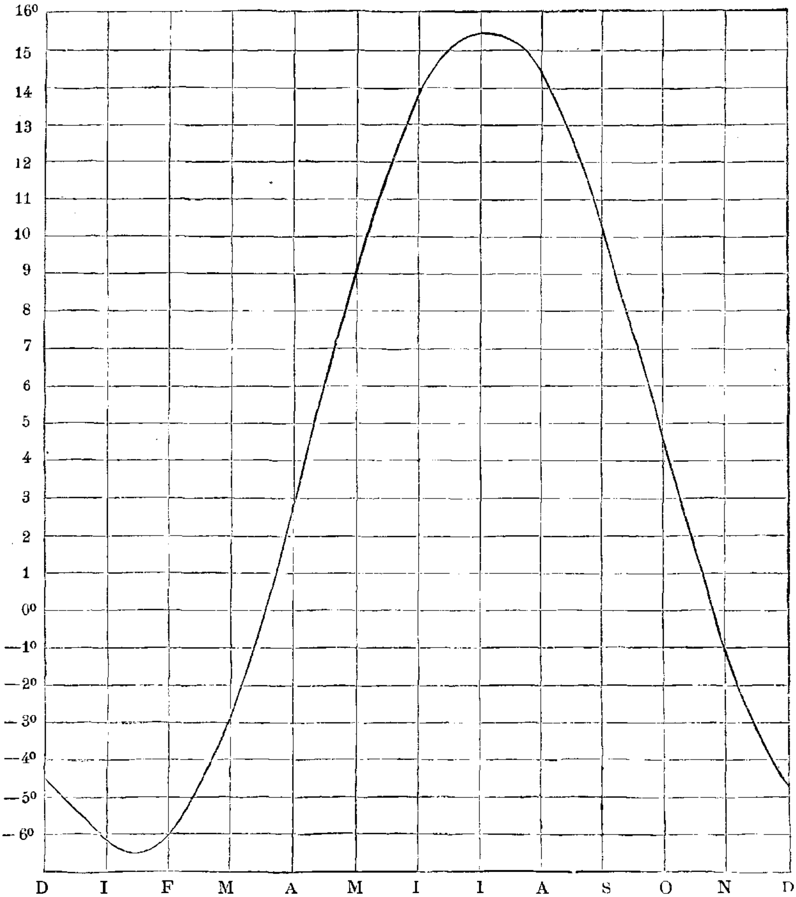
Na observatoriju u Kristianiji izračunali su s pomoću opažanja od 33 godine ove normalne temperature za mjesece u godini:

Prosinac	— 3·5°	Lipanj	14·8°
Siečanj	— 5·1°	Srpanj	16·5°
Veljača	— 5·0°	Kolovoz	15·3°
Ožujak	— 1·8°	Rujan	11·3°
Travanj	3·8°	Listopad	5·5°
Svibanj	9·9°	Studeni	— 0·1°

Iz ovih brojeva svatko može čitati, da temperatura uzduha u Kristianiji ne bi bila cielu godinu jednaka ni onda, kad ne bi bilo u uzdušnom oceanu baš nikakovih nepravilnih, na oko hirovitih promjena. Nu mnogo ćeš bolje pregledati, kako bi se mienjala s pomoću slike.

Načiniš si opet mrežu okomitih pravaca (sl. 34.), pa na najdonjem horizontalnom pravcu zabilježiš imena mjeseca pod okomitim pravcima, a na lijevoj okomici opet stupnje temperature, koliko ih trebaš za Kristianiju od — 6° do + 16°. Na okomici svakoga mjeseca zabilježi temperaturu, koja tomu mjesecu pripada i sastavi sve točke krivuljom, pa će ti ova krivulja najljepše pokazivati, kako se mienja temperatura u Kristianiji tečajem godine dana. Iz slike čitaš neposredno kako je tamo najhladniji dan u godini 13. siečanj

s normalnom temperaturom od — 5·4°, a najtopliji 16. srpnja s normalnom temperaturom od 16·5°; iz toga razbiraš s mjesta, da je tamo godišnja amplituda (razlika izmedju najviše i najniže temperature) 16·5° + 5·4° ili 21·9°. Srednja je temperatura godine 5·2°, a dani, kojima je ista normalna temperatura jesu 23. travanj i 16.



Sl. 34. Godišnja perioda temperature u Kristianiji.

listopad. Od 14. studena do 25. ožujka (dakle 131 dan) je srednja dnevna temperatura izpod nule.

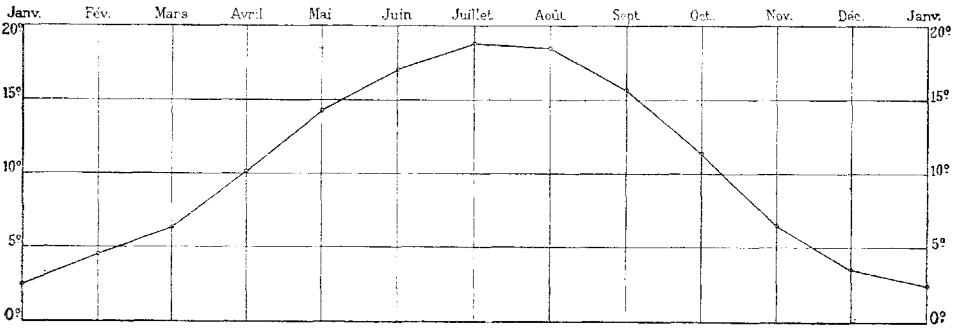
I meteorolozi diele godinu u 4 godišnje dobi, ali im se ne podudaraju s astronomičkim. Zimu čine na sjevernoj polutci Zemlje: prosinac, siečanj i veljača; proljeće: ožujak, travanj i svibanj;

ljeto: lipanj, srpanj i kolovoz, a jesen: rujan, listopad i studeni. Zima su po tom tri najhladnija, a ljeto tri najtopljija mjeseca. Iz gornjih brojeva izlazi sada lako i srednja temperatura godišnjih dobi u Kristianiji:

Zima.	Proljeće.	Ljeto.	Jesen.	Godina.
— 4·5°	4·0°	15·5°	5·6°	5·2°

U Zagrebu:

Zima.	Proljeće.	Ljeto.	Jesen.	Godina.
0·7°	11·3°	20·9°	11·5°	11·1°



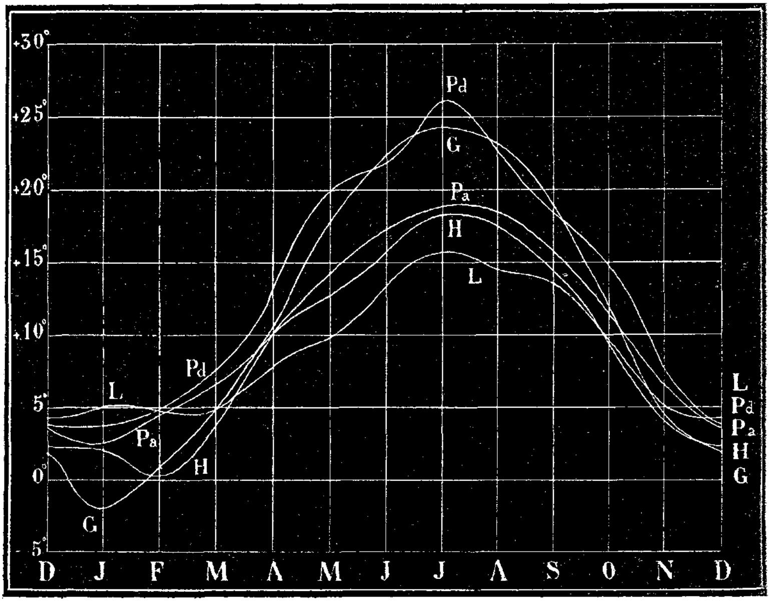
Sl. 35. Srednje mjesečne temperature Pariza iz 64 godišnjih opažanja.

Na južnoj su polutci prilike obrnute: prosinac do veljače pripadaju ljetu, ožujak do svibnja jeseni, lipanj do kolovoza zimi, a rujan do studenoga proljeću.

Kako u Zagrebu i Kristianiji, tako se mienja tečajem godine temperatura uzduha i na svim drugim mjestima u umjerenim i hladnim pojasima zemaljske kugle. Na sl. 35. prikazujemo te temperature za grad Pariz, a na sl. 36. za nekoja druga mjesta u umjerenom pojasu Zemlje. Svagdje je na sjevernoj polutci siječanj najhladniji, a srpanj najtopliji mjesec. U istim pojasima na južnoj polutci je najhladniji mjesec srpanj, a najtopliji siečanj. Godišnja amplituda temperature tim je veća, čim dalje ideš k polovima Zemlje. Kako je na polovima, danas još ne znamo, nu možda ćemo i to naskoro znati. Po računu bi morala tamo biti normalna temperatura srpnja — 0·7°, a siečnja — 32·5°, dakle bi godišnja amplituda bila od prilike 31·8°. Na obratniku raka, gdje je granica

izmedju sjevernoga umjerenoga i vrućega pojasa, dakle $23\frac{1}{2}^{0}$ iznad ekvatora, je srednja temperatura siečnja od prilike 19°, a srpnja od prilike 27°, dakle godišnja amplituda samo 8°.

Po tom bi mogao zaključiti, da na ekvatoru u obće i nema godišnje amplitude t. j. da je tamo cielu godinu ista temperatura. I zaista to nije ni daleko od istine! U vrućem se pojasu prilike izvrnuše spram naših. Tamo nisu više ljetni mjeseci najtopliji. Što bliže dolaziš ekvatoru, tim više pada najveća vrućina na proljetne



Sl. 36. Srednje mjesečne temperature nekojih mjesta u umjerenom pojasu: L, Leith; Pd, Padova; Pa, Pariz; H, Halle; G, Götinga.

i jesenske mjesece, a mjeseci našega ljeta i zime pokazuju najnižu temperaturu. Nu te su razlike u temperaturi uzduha tako sitne, da gotovo smiješ kazati, tamo je temperatura uzduha čitavu godinu jednaka. Evo primjera. Na mjestima oko ekvatora najniža je temperatura u srpnju od prilike 26°, digne se do studenoga na 26·5°, pada opet do siečnja do 26·4°, naraste opet do travnja na 27·4°, pa se do srpnja opet povrati na 26·0°. Ciela je godišnja amplituda jedva 27·4°—26·0° ili 1·4°!

Na mjestu je pitanje: zašto se ovako mienja temperatura uzduha tečajem godine? Uzrok je i ovim promjenama Sunce: temperatura se uzduha oko nas mienja prema tomu, kako stoji Sunce u nas tečajem godine.

Mi živimo u najdonjoj vrsti uzdušnoga oceana i naši termometri mjere samo temperaturu te najniže vrste. Ova pak prima svoju toplinu od zemaljske površine. Ta se pako ugrije tim jače, čim više stoji Sunce nad horizontom mjesta i što ga duže griju sunčane zrake t. j. što je duži dan. Zemaljska površina opet izbija i tim više svoje topline, čim je toplija. U sred su zime u nas najkraći dani, a Sunce se diže najmanje nad horizont. Od polovice zime dalje, rastu dani, a Sunce se svaki dan uzpinje nešto više nad horizont: zrake će njegove grijati površinu Zemlje i ta će toplina najprije svladavati gubitak od njezinoga žarenja, a tek kasnije, kad može nadomjestiti sav gubitak, počet će i grijati Zemlju od dana do dana. O ljetnom solsticiju (21. lipnja) Sunce stoji u nas najviše i dani su najduži, od to doba Sunce ide sve niže, a dani postaju sve kraći. Zemaljska površina prima dakle od Sunca već nešto manje topline, nu ipak još uviek više, nego što gubi noću izbijanjem, dakle se površina Zemlje još i dalje grije, a temperatura uzduha još uviek raste. Tek od prilike jedan mjesec dana poslije solsticija dodje čas, kad se je Sunce toliko spustilo, a dan toliko skratio, da toplina, što ju Zemlja primi preko dana od Sunca, bude baš jednaka toplini, koju izgubi izbijanjem preko noći. U tom času je i najveća temperatura dana. Poslije toga roka počinje se zemaljska površina, dakle i i uzduh ohladjivati, jer izbijanje zemaljske topline preotimlje mah. Kad dodje jesen, Sunce se naglo primiče horizontu, a dani su sve kraći, temperatura uzduha naglo pada: dolazi zima. O zimskom je solsticiju (21. prosinca) snaga grijanja u Sunca najmanja, nu temperatura uzduha još i poslije toga roka sveudilj pada, jer nizko Sunce za kratkog dana još uviek ne može, da svlada učinak izbijanja. Tek kad se Sunce, od prilike mjesec dana iza solsticija, popne nešto više, a dani porastu, dodje čas, da snaga grijanja može svladati gubitak izbijanjem. Sada smo tek najhladnije vrieme prepatili i temperatura uzduha počinje ponovno rasti.

Sada ćemo razumjeti i sve ostale prilike, što se tiču temperature uzduha. Što je mjesto bliže polu, to je veća razlika izmedju dužine dana i noći u godišnjim dobama, to je veća dakle razlika izmedju najniže i najviše temperature tečajem godine t. j. amplituda raste prema

polovima. Na samom je polu dan 6 mjeseci, a noć 6 mjeseci, dakle se ondje pokrivaju dnevna i godišnja perioda temperature uzduha.

U polarnim krajevima pada najniža godišnja temperatura nešto kasnije, nego u umjerenim.

Preskočimo sada u vrući pojas! Tamo Sunce na nebu gledaju sasma drugačije nego u nas. U svim mjestima toga pojasa stoji Sunce dva puta u godini dana najviše i dva puta najniže. Na ekvatoru n. pr. stoji Sunce najviše, nad glavom ljudima, dne 21. ožujka i 21. rujna svake godine, a najniže u vrieme obih solsticija t. j. 21. lipnja i 21. prosinca. Take su prilike i za sva druga mjesta u vrućem pojasu, samo što razmak u vremenu izmedju obih najviših mjesta Sunca nije tako velik. Razumijemo sada, zašto je ondje temperatura u proljeću i jeseni najveća, a u ljetu i u zimi najniža. K tomu još dolazi i ta okolnost, da su u cielom vrućem pojasu razlike izmedju trajanja dana i noći u cieloj godini malene, a to nam tumači, zašto su tamo godišnje amplitude tako malene. Na ekvatoru su svi dani u godini jednaki, radi toga je tamo i godišnja amplituda temperature najmanja.

Ne valja smetnuti s uma, da se ovo pravilno mienjanje temperature uzduha prema Suncu pokazuje tek onda, ako se izračunaju po gore opisanom načinu srednje vriednosti temperature. Razni uzroci, o kojima će biti poslije više govora, često pobrkaju ovaj pravilni red. Ovdje napose iztičemo razliku izmedju kopna i mora.

Godišnja razlika temperature u obće je tim veća, čim se više primičemo polovima, to je obćeno pravilo.

Nu, kako se može ovaj red pobrkati, neka pokaže ovaj primjer gdje su zabilježene godišnje amplitude temperature za nekoja mjesta, koja su sva od prilike na istom stupnju širine, pa bi po tom morala imati i ojednaku godišnju amplitudu temperature.

Nu evo, što pokazaše pomna motrenja:

Thorshavn (na Faröerskim otocima)	9°
Udsire (zapadna obala Norvežke)	13°
Kristianija (u sred skandinavskog poluotoka)	22°
Peterburg (zapadna Rusija)	26°
Kasan (iztočna Rusija)	33°
Barnaul (zapadna Sibirija)	40°
Irkutsk (iztočna Sibirija)	40°
Nikolajevsk (na Amuru)	39°
Hakodali (na Japanu)	24°

Ova tablica, kad ju izporedimo s kartom, pripovieda nam ovo. Na obalama je atlantskoga oceana amplituda najmanja, ali raste naglo, što dalje ulazimo u kopno. Najveća je u sred kopna i ostaje sve do ušća Amura u iztočnoj Sibiriji jednaka. Tek u tihom oceanu postaje opet manja, ali ni s daleka tako malena, kao u atlantskom oceanu. I te ćeš razlike sada razumjeti. Tlo se ljeti jače ugrije, a zimi izbijanjem više ohladi, nego more: razlike su temperature u sred kopna veće. Na kopnima je i više vedroga neba, nego na morima, a kraj mora je i više kiše nego u sred kopna, pa i to utječe, da se ondje ublaži studen zimska i žega ljetna.

Na koncu još jednu. Sve što saznasmo o promjenama temperature na svakom mjestu Zemlje, tiče se najniže vrste uzdušnog oceana, u kojoj živimo i u kojoj su smješteni naši termometri. Nu kakova je dalje gore u uzdušnom oceanu iznad naših glava temperatura njegova? Nešto nam o tom kazuje i svakidanje izkustvo: kad se penješ na visok brieg, osjećaš, kako uzduh postaje sve hladniji, a na veoma je visokim bregovima uviek snieg i led, dakle je tamo i temperatura uzduha manja, nego u dolini. I bez mjerenja dakle dolazimo do zaključka: T e m p e r a t u r a u z d u h a p a d a t i m v i š e, č i m s e v i š e p e n j e š u u z d u š n i o c e a n. U najnovije su vrieme to potvrdili izleti u balonima i mjerenja temperature na visokim bregovima. Gdje li je uzrok toj pojavi i za koliko pada temperatura, kad se dižeš u uzdušni ocean?

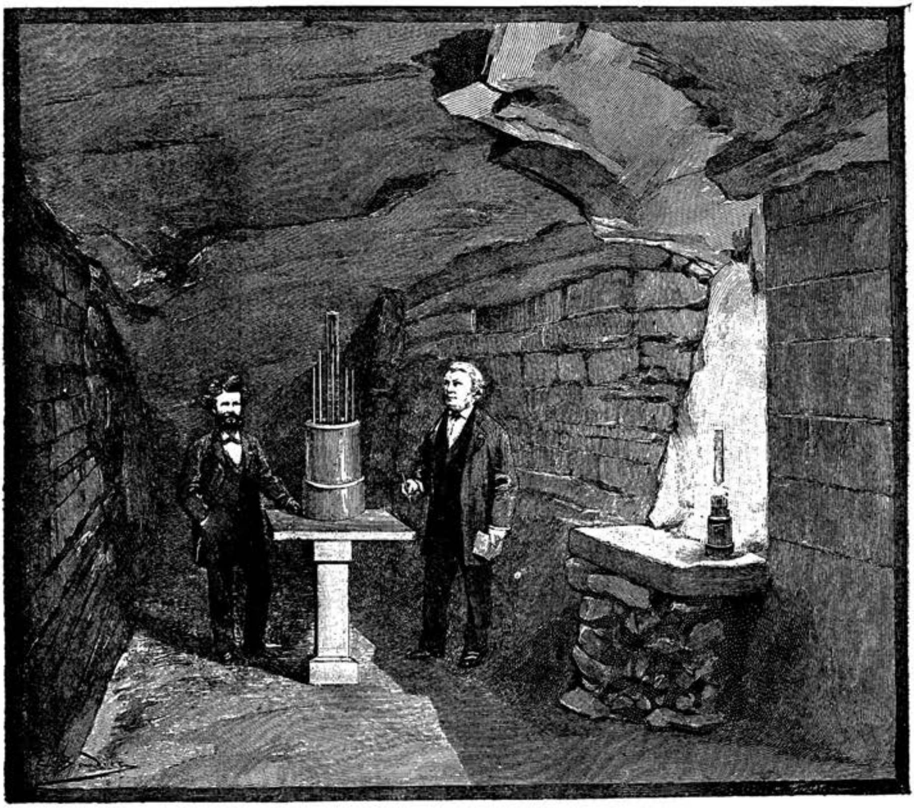
Najniža vrsta uzduha dobiva svoju toplinu od ugrijane površine zemaljske. Nu uzduh je veoma loš vodić topline, pa bi po tom više vrste slabo dobivale topline od nižih vrsta. Nu srećom može toplina u vis doći i drugim načinom: strujanjem toploga uzduha u vis. Gdjegod je najniža vrsta uzduha na tlu jače ugrijanom od svoje okolice, moraju se javiti struje u uzduhu, koje nose toplinu najniže vrste u više vrste. Nu, kad se masa uzduha diže u vis, tlači na nju uzduh nad njom sve slabije i ona se razteže: drobnice joj se sve više razmiču. Obavlja se tu radnja razmicanja. Nju mora da obavlja kakova sila. U ovom ju primjeru obavlja toplina, koja je u masi uzduha, što se diže: dio se njegove topline troši u to, da se drobnice sve više razmaknu. Kako masa iz hladnije svoje okolice ne može da nadomjesti potrošene topline, naravno je, da će ostatak topline njoj dati niži stupanj topline od onoga, što ga je prije imala. Dakle: k a d g o d s e u u z d u š n o m o c e a n u m a s a u z d u h a u z d i ž e u v i s, m o r a d a j o j t e m p e r a t u r a p a d a. Obratna se pojava zbiva,

kad se koja masa uzduha premetne iz visine u niže vrste atmosfere, kad uzduh struji k Zemlji. Tlak se nad njim povećava, on postaje sve gušći i zaprema sve manji obujam, jer mu se drobnice uzajmice primiču. Taj posao sgušćivanja obavlja sada težina uzduha. Toplina, koja se je do sada trošila na razmicanje drobnica, zališna je sada, pa se upotrebljava u to, da se gušći uzduh nešto ugrije. Dakle: kadgod masa uzduha pada k Zemlji, ona se ugrije. Jedna i druga struja rade složno oko toga, da temperatura uzduha bude u višim vrstama sve manja. Nu za koliko? To su mogla pokazati tek pomnija iztraživanja i mjerenja temperature u balonima i na visokim bregovima. Da je uzduh posvema suh t. j. da u njemu nema vodene pare, padala bi temperatura uzduha u visini posvema pravilno, na svakih 101 metar za 1° C. Nu vodena para, što je raztopljena u uzduhu više ili manje, čini, da se ovo pravilo gubi. Vodena para jako upija toplinu, koju dobiva izbijanjem od Zemlje, dok ju kisik i dušik propuštaju. Čim je dakle više pare u uzduhu, tim će se sporije ohladiti: čim vlažniji uzduh, tim manje i sporije pada temperatura uzduha u visini. Zimi, kad je u uzduhu puno pare, kad je vlažan, temperatura slabije pada u visini. Ljeti, kad je uzduh suh i dolje vruć, temperatura pada naglije. Evo primjera. U Genevi i na sv. Bernhardu izvedena mjerenja pokazaše, da temperatura u prosincu i u jutro pada na svakih 276 metara za 1 stupanj, dok u srpnju i po podne (kad je uzduh manje vlažan) pada na svakih 147 metara za 1 stupanj; dakle gotovo dva put brže.

Znamo li za svoje mjesto ovaj broj, po kojem pada temperatura uzduha, i visinu mjesta nad morem, možemo si lako izračunati, kakova bi bila temperatura našega mjesta u tom času, kad bi ga mogli potisnuti dolje na obalu morsku. Taj račun zovu stručnjaci: reducirati temperaturu mjesta na površinu morsku.

Za čudo je, kako se ovaj obćeni zakon, da temperatura uzduha pada u visini, zna gdjekada izvrnuti u pojav baš protivni: temperatura u visini raste! Zna se to dogoditi u našim krajevima zimi, kad udari oštra zima s vedrim nebom. U dugim zimskim noćima izbija tlo jako svoju toplinu u svemir, pa se zima dugo drži. Najniža se vrsta uzduha jako ohladi, pa se steže i postaje gušća. Ovaj hladni i težki uzduh teče sada dolinama iz nutrinje kopna prema moru, u obće u krajeve, gdje je toplije, pa tako se dogodi, da je uzduh dolje hladniji nego gore. Razumijemo, zašto je zimi tako hladno na obalama rieka. Najveličanstveniji primjer je

tomu Amur u iztočnoj Sibiriji, gdje je u Nerčinsku (51. stupanj širine) temperatura siečnja poprieko — 29·2°, u Blagoveščensku (50. stupanj širine) — 26·5°, u Nikolajevsku (53. stupanj širine) — 24·5°, dočim je u Ajanu, koji leži mnogo više na sjever (56·4 stupanja širine), ali na ohotskom moru, temperatura siečnja samo —20·9°. Obratni se pojav javlja, kad se spuštaš pod Zemlju.



Sl. 37. Termometri, koji su 100 godina u podrumu Parizke zvjezdarne.

Temperatura sve više raste, a dnevne se i godišnje promjene sve više gube. U podrumima Parizke zvjezdarne stoje već od g. 1671. termometri 28 metara izpod površine zemaljske i pokazuju uviek istu temperaturu od 11·7° C. Tamo već ne sižu promjene temperature na površinu (sl. 37.)!

4.

Dosadanje izpitivanje o toplini uzdušnoga oceana očitovalo nam je, kako se mienja temperatura uzduha na istom mjestu tečajem dana i godine i u visini nad mjestom. Rezultati su dosta zanimljivi. Odkrismo dvije periode u tim promjenama: dnevnu i godišnju i stekosmo pravi pojam normalnih temperatura toga mjesta. Ali još je pred nama jedno zamašno pitanje: što je s normalnim temperaturama različitih mjesta na zemaljskoj kugli? Imadu li n. pr.



Sl. 38. Dr. Heinrich Wilhelm Dove.

bar sva mjesta na ekvatoru istu normalnu temperaturu? A kakova je normalna temperatura n. pr. na 45. stupnju geografske širine? Je li u svim mjestima na tom stupnju jednaka ili ne?

Zasluga je glasovitoga Berlinskoga meteorologa H. W. Dove-a (sl. 38.), da i na ova pitanja danas možemo čitatelju pouzdano odgovoriti. Mjesto rieči, neka odgovara ovdje priložena karta zemaljske kugle u Merkatorovoj projekciji, na kojoj je lako prepoznati sve kontinente i zemlje (Karta I.). Geografski stupnjevi širine su u toj karti horizontalni, a meridijani su vertikalni pravci. Ekvator (0°) je deblje izvučen. Na

njoj eno vidimo cieli niz nekakovih nepravilnih crta (crveno izvučene), koje teku poprieko od zapada k iztoku, kao i stupnjevi širine. Povukao ih je prvi Dove, a došao je do njih ovako. Za mnoga mjesta na kopnima i na oceanima našli su meteorolozi srednje godišnje temperature. Nu kako su ta mjesta nejednako visoka nad morem, reducirao je Dove sve te temperature na površinu morsku i zabilježio svaki broj na svome mjestu na karti. Po uputi tih brojeva vukao je na karti crte, koje su sastavljale sva mjesta na zemaljskoj kugli, koja su imala istu središnju temperaturu. Zovu te crte isoterme (isotherme = crte jednake topline). Baciš li oko na ovakovu kartu, najbolje ćeš pregledati toplinu uzduha širom ciele kugle zemaljske. Nu valja napomenuti, da karta pokazuje toplinu svakoga mjesta, kakova bi bila, kad bi sva mjesta bila u istoj visini s površinom morskom.

Čitatelju ne će biti žao, ako se upusti u podrobnije razgledavanje ove zanimljive karte!

Sva toplina uzduha potiče od Sunca. Na svim bi dakle mjestima Zemlje, gdje Sunce stoji jednako visoko, morala po tom biti i ista srednja godišnja temperatura. Na ekvatoru bi morala biti najveća srednja temperatura, ali na svim mjestima ekvatora ista, jer tamo Sunce najviše stoji na nebu, a i svi su dani gotovo jednaki. Što dalje putuješ k sjevernom ili južnom polu Zemlje, zrake sunčane padaju sve kosije na Zemlju, dani postaju sve više nejednaki, Zemlja se sve manje ugrije od Sunca. Svakomu dakle stupnju širine morala bi dakle pripadati druga godišnja temperatura i to tim manja, čim je bliži polovima Zemlje. Nu opet bi morala imati sva mjesta, koja su na istom stupnju širine i istu godišnju temperaturu, jer za njih su prilike Sunca iste cielu godinu.

Ta bi se temperatura dala za svaki stupanj širine jedan put za uviek izračunati i čovjek bi znao, što ga čeka na makar kojem mjestu zemaljske kugle.

Tako bi moralo da bude i bilo bi, da uzdušni ocean nije — tako prevrtljiv. Nu što pokazuje mjesto toga naša karta? Isoterme se doduše u obće prilično prislanjaju uz stupnje širine, ali pravilnosti u tom nema nikakove: mjesta na istomu stupnju širine nemaju sva istu srednju temperaturu. Pogledajmo n. pr. iz bližega isotermu od 15° na sjevernoj polutci, koja prolazi i hrvatskim zemljama. Ona se prilično prislanja uz 40. stupanj sjeverne širine, ali se i znatno odklanja od njega i na sjever i na jug. Sieče 40. stupanj prvi put kod Kanarskih otoka; u cieloj se južnoj Evropi

vuče na sjeveru od 40. stupnja; u Crnom se moru opet spušta k njemu i sieče ga ponovno u Kaspijskom moru, da se ondje spusti na jug od 40. stupnja. U cieloj se Aziji i tihom oceanu drži južno od njega; nu čim stupi u sjevernu Ameriku u oštrom se zavoju najednoč digne opet do 40. stupnja širine, ali ga se samo takne i opet vrati na jug i ostaje tu po cieloj Americi sve do iztočnog diela atlantskog oceana kod Kanarskih otoka. Ista se isoterma od 15° i na južnoj polutci vere slično oko 40. stupnja južne širine, ali ipak mnogo pravilnije.

Karta nam dakle kazuje o toplini uzduha oko ciele zemaljske kugle: Toplina je mjesta tim manja, čim je mjesto dalje od ekvatora: od ekvatora jednako daleka mjesta imaju od prilike jednaku srednju temperaturu, jer isoterme nisu posvema uzporedne stupnjevima širine.

Nu svakomu će udariti u oči izuzetci od ovog obćenog zakona, čim iz bližega pogleda kartu. Evo nekojih. Peking i Boston, koji leže od prilike kao Napulj i Palermo, jesu na isotermi od 10°, koja ide i kroz Dublin, dakle u njih poprieko nije toplije nego u Dublinu, a ipak je taj grad nekih 150 milja više na sjever. Isoterma od 0° prolazi kraj sjevernog rta na skandinavskom poluotoku i kraj Irkutska u iztočnoj Sibiriji; Irkutsk ima dakle istu srednju temperaturu, kao sjeverni rt, a leži za punih 20 stupanja južnije od njega!

Izporediš li crte jednake topline na sjevernoj i južnoj polutci, vidiš, da teku na južnoj mnogo pravilnije, nego na sjevernoj. Uzrok je na dlanu. Sjeverna je polutka puna kopna, a južna mora. More se polaganije grije i polaganije izbija svoju toplinu nego li kopno.

S jedne i druge strane ekvatora teče oko zemlje dosta širok pas, u kojem je srednja godišnja temperatura 25°. U njem je pače krajeva, gdje se digne na 27° i 28°, n. pr. na sjevernoj obali južne Amerike, u iztočnoj Indiji pa u nutrinji Afrike, gdje ćeš naći kraj, u kojem je srednja temperatura 30° i više. Ako na globusu pogledaš ovaj pas, naći ćeš, da zaprema prilično velik dio od površine našega planeta. Na karti se to ne iztiče, kako treba. Najuži je na zapadnoj obali srednje Amerike i Afrike, a najširi je u iztočnoj Africi i indijskom oceanu; tu seže od obratnika jarca pa sve preko obratnika raka.

Što dalje na sjever i jug, to je manje topline na zemaljskoj kugli.

Podjimo još tragom isotermi od 0° na sjevernoj polutci! Eno je u sjevernoj Americi na južnom kraju Hudsonova zaliva baš na

pedesetom stupnju širine. Odavde teče najprije na iztok kroz Labrador, a onda na sjeveroiztok do južnoga rta Grönlanda, pa sve dalje kraj sjeverne obale Islanda, gdje sieče polarni krug ($66^1/_2{}^0$). Nu ona se još uviek uzpinje k sjevero-iztoku i dolazi kod 73° širine do svoje najsjevernije točke. Odavde kreće najprije ravno na iztok, pa jugo-iztok, ali se najednoč svine posvema na jug, pače i na zapad, gdje se u oštrom zavoju savija u Varangerfjord i nutrinju Finnmarke i Lapplanda. Od sjevernoga kraja botnijskog zaliva kreće opet na iztok kroz bielo more pa se spušta polako na jug, dok opet u kraju Amura ne sieče pedeseti stupanj širine. Tu se ponovno svija na sjever, sieče Kamčatku i na sjevero-iztoku od poluotoka Aljaške dosegne na ovoj strani do svoje najsjevernije točke (62° sj. širine), odavde se opet u nutrinji sjeverne Amerike spušta k južnomu kraju Hudsonovog zaliva. Prema tomu imaju mjesta, koja su u velikim kontinentima na pedesetom stupnju sjeverne širine, istu godišnju temperaturu, kao krajevi Zemlje za 23° na sjever izmedju Norvežke i Spitzbergena! Tako se savijaju i druge isoterme na sjevernoj polutci. Čim pogledaš kartu, vidiš po tim zavojima, da je nad atlantskim i tihim oceanom, napose u iztočnim njihovim krajevima, mnogo toplije, nego na kontinentu Azije i Amerike. Uzrok su toj pojavi morske struje i vjetrovi.

Nu kad se radi o tom, da saznamo klimu i vrieme na kojem mjestu, nije dosta da znamo njegovu srednju temperaturu. Mogla bi nas pače ova jako prevariti. N. pr. dva mjesta mogu imati istu srednju temperaturu, ako jedno ima hladne zime i vruća ljeta, dok drugo ima hladna ljeta i blage zime. Klima je u obim veoma različita, makar da je srednja temperatura ista. Evo primjera. Južna Irska i krajevi oko Rajne u srednjoj Njemačkoj imaju istu srednju temperaturu godišnju. Nu kolika razlika u klimi! U južnoj Irskoj su zime tako blage, da myrtha cvate na polju, dok u oštroj zimi Njemačkoj posvema ozebe. Ljeto je njemačko opet tako vruće, da oko Rajne dozrije grožđje, koje daje poznato rajnsko vino, dok u Irskoj loza jedva živi.

Kad se radilo o tom, da se klimati raznih krajeva točnije upoznaju, pokazala se naša karta I. nedovoljna. Humboldt je prvi predložio, da se sastave nove karte, u kojima su crte jednake srednje studeni i jednake vrućine izvučene, pa bi po njima s mjesta mogao naći mjesta i krajeve na Zemlji, koji imaju jednake zime i jednaka ljeta (isochimene = crte jednake zime; isothere = crte jednake vrućine ljetne).

Jur spomenuti Dove išao je još dalje, pa je za cielu zemaljsku kuglu izradio karte s crtama jednake temperature za svaki mjesec u godini (mjesečne karte isoterma). Kad ove karte imademo pred sobom, možemo mnogo točnije pratiti klimu svakoga mjesta i izporedjivati ju s klimom makar kojega drugoga mjesta. Nu to amo ne ide. Mjesto toga evo karata za isoterme najhladnijega mjeseca siečnja (Karta II.) i najvrućega mjeseca srpnja (Karta III.). Ove od srpnja mogu nam poslužiti, da dobijemo jasnu sliku o ljetnoj vrućini (isothere), a one od siečnja, da dobijemo sliku o zimskoj studeni (isochimene). Karta pako o godišnjim isotermama pokazuje od prilike raspored topline u proljeću i jeseni.

Koliko bi bilo zanimljivo točno proučavanje karata za siečanj i srpanj, ovdje mu nije mjesto. Tek najočitije pojave ćemo iztaknuti.

1. Izporedimo li najprije temperaturu tropskog pojasa na sve tri karte, vidimo, da se tamo temperatura u cieloj godini veoma malo mienja. Sredina toploga pojasa u siečnju je izpod ekvatora; najtopliji krajevi s temperaturom preko 30° su na južnoj polutci, u nutrinji Afrike i Australije. U srpnju je taj pojas gotovo sav na sjevernoj polutci, tek uzak dio njegov pada na južnu. Najuži je u atlanskom oceanu, a širok je u Americi, Africi, južnoj Aziji i indijskom oceanu. Krajevi s najvećom vrućinom preselili su se prilično na sjever. Eno ih u sjevernoj Africi, Arapskoj, južnoj Aziji i srednjoj Americi. U nutrinji Afrike i Arapske naraste temperatura preko 35°; to su najvrući krajevi Zemlje u srpnju.

2. Potražimo još položaj isoterme od 0° u obim novim kartama (II. i III.) i u prvoj, pa ih izporedimo s položajem na karti I. Dok se ona u karti za siečanj zna spustiti u Aziji i Americi pod četrdeseti stupanj širine, nestalo je nje posvema u karti za srpanj! To nam pokazuje, da se temperatura uzduha u umjerenom i hladnom pojasu tečajem godine jako mienja, dok ista isoterma tako jako promieni svoje mjesto.

3. Isoterma od 0° ide u siečnju u Aziji i Americi daleko pod četrdeseti stupanj širine; u tihom se oceanu uzpinje do šestdesetoga, a u atlantskom čak do polarnoga kruga i preko njega. Pogledajmo pako isotermu od 10° za srpanj! Uzdiže se do sjevernog rta, pače do rta Čeljuskina (76° širine) na kopnu, a na moru se spušta do Aleuta i Novog Fundlanda. Dakle: U sjevernom umjerenom pojasu imaju kopna vruća ljeta i oštre zime, oceani pako i zemlje uz njihovu obalu hladna ljeta i blage zime. Razli-

Jur spomenuti Dove išao je još dalje, pa je za cielu zemaljsku kuglu izradio karte s crtama jednake temperature za svaki mjesec u godini (mjesečne karte isoterma). Kad ove karte imademo pred sobom, možemo mnogo točnije pratiti klimu svakoga mjesta i izporedjivati ju s klimom makar kojega drugoga mjesta. Nu to amo ne ide. Mjesto toga evo karata za isoterme najhladnijega mjeseca siečnja (Karta II.) i najvrućega mjeseca srpnja (Karta III.). Ove od srpnja mogu nam poslužiti, da dobijemo jasnu sliku o ljetnoj vrućini (isothere), a one od siečnja, da dobijemo sliku o zimskoj studeni (isochimene). Karta pako o godišnjim isotermama pokazuje od prilike raz- pored topline u proljeću i jeseni.

Koliko bi bilo zanimljivo točno proučavanje karata za siečanj i srpanj, ovdje mu nije mjesto. Tek najočitije pojave ćemo iztaknuti.

1. Izporedimo li najprije temperaturu tropskog pojasa na sve tri karte, vidimo, da se tamo temperatura u cieloj godini veoma malo mienja. Sredina toploga pojasa u siečnju je izpod ekvatora; najtopliji krajevi s temperaturom preko 30° su na južnoj polutci, u nutrinji Afrike i Australije. U srpnju je taj pojas gotovo sav na sjevernoj polutci, tek uzak dio njegov pada na južnu. Najuži je u atlanskom oceanu, a širok je u Americi, Africi, južnoj Aziji i indijskom oceanu. Krajevi s najvećom vrućinom preselili su se prilično na sjever. Eno ih u sjevernoj Africi, Arapskoj, južnoj Aziji i srednjoj Americi. U nutrinji Afrike i Arapske naraste temperatura preko 35°; to su najvrući krajevi Zemlje u srpnju.

2. Potražimo još položaj isoterme od 0° u obim novim kartama (II. i III.) i u prvoj, pa ih izporedimo s položajem na karti I. Dok se ona u karti za siečanj zna spustiti u Aziji i Americi pod četrdeseti stupanj širine, nestalo je nje posvema u karti za srpanj! To nam pokazuje, da se temperatura uzduha u umjerenom i hladnom pojasu tečajem godine jako mienja, dok ista isoterma tako jako promieni svoje mjesto.

3. Isoterma od 0° ide u siečnju u Aziji i Americi daleko pod četrdeseti stupanj širine; u tihom se oceanu uzpinje do šestdesetoga, a u atlantskom čak do polarnoga kruga i preko njega. Pogledajmo pako isotermu od 10° za srpanj! Uzdiže se do sjevernog rta, pače do rta Čeljuskina (76° širine) na kopnu, a na moru se spušta do Aleuta i Novog Fundlanda. Dakle: U sjevernom umjerenom pojasu imaju kopna vruća ljeta i oštre zime, oceani pako i zemlje uz njihovu obalu hladna ljeta i blage zime. Razli-

kujemo prema tomu klimu morsku i klimu kontinentalnu u zemljama umjerenog pojasa.

Utjecaj se morske klime osjeća dosta daleko u evropskom kontinentu. Pariz, Beč i Astrachan su gotovo na istom paralelu. Beč ima toplija ljeta i hladnije zime od Pariza, a Astrachan toplija ljeta i oštrije zime od Beča. U Astrachanu je u srpnju tako vruće kao na kanarskim otocima, a u siečnju tako studeno, kao u Stockholmu! Irkutsk ima istu srednju temperaturu (0°) kao i sjeverni rt. Srednja je ljetna temperatura pako u Irkutsku 18°, a na rtu samo 5°; srednja je pako zimska temperatura Irkutska — 18°, dok je na sjevernom rtu, makar da je za punih 15 stupanja sjeverniji od Irkutska, samo — 5°!

4. Na sjevernoj polutci imamo dva pola studeni t. j. dva mjesta, gdje je studen veća, nego u okolini. Ni jedan se od njih ne podudara s geografskim polom Zemlje. Jedan je pol studeni u iztočnoj Sibiriji iznad Jakutska, a drugi je u sjevernoj Americi kod otokâ Parry. Na obim je srednja zimska temperatura — 40°. Najnižu su temperaturu do sada mjerili u Verhovjansku (— 64°).

Dove je iz svojih karata za svaki mjesec izračunao srednju temperaturu, koja pripada svakomu stupnju širine na sjevernoj i južnoj polutci Zemlje. Evo za nekoje stupnje tih srednjih temperatura:

	Sjeverna polutka.			Južna polutka.
Širina:	Siečanj:	Srpanj:	Godina:	Godina:
90°	— 32·5°	— 0·7°	— 16·5°	
80°	— 29·1°	1·1°	— 14·0°	
70°	— 24·4°	7·3°	— 8·9°	
60°	— 15·8°	13·5°	— 1·0°	
50°	— 6·8°	17·0°	5·4°	
40°	4·6°	22·4°	13·6°	12·5°
30°	14·8°	25·8°	21·0°	19·4°
20°	21·1°	27·6°	25·2°	23·4°
10°	25·1°	27·1°	26·6°	25·5°
0°	26·4°	25·9°	26·5°	26·5°

Ako znamo geografsku širinu svoga mjesta, pa opažanjem odredimo njegovu srednju temperaturu, možemo izporedjujuć svoju srednju temperaturu s onom, koja po Doveu pripada tomu stupnju širine, lako odrediti, je li naše mjesto toplije ili hladnije, nego li bi moralo biti prema svojoj geografskoj širini, i za koliko je toplije ili hladnije. Tomu je odklonu dao Dove ime termična anomalija

mjesta (odklon topline). Ako je mjesto toplije, dobiva suvišak znak +, ako je hladnije, dobiva manjak topline znak —.

N. pr. za Zagreb bi bila prema njegovoj geografskoj širini po Doveu srednja temperatura od prilike: 9·0.

Opažanjem je odredjeno: 11·1, dakle je za Zagreb termična anomalija: 2·1° ili Zagreb je za 2° topliji, nego što bi morao da bude prema svojoj geografskoj širini. Uzrok će tomu jamačno biti zagrebačka gora, koja ga sa sjeverne strane štiti od hladnih vjetrova.

Stykkisholm na Islandu je na 65. stupnju širine. Tomu pripadaju srednje temperature po Doveu: za godinu — 5·2°, za siečanj — 21·1°, za srpanj 10·90. Nu opažanja su dala za Stykkisholm: za godinu + 2.8°, za siečanj — 2·2°, za srpanj 9·5. Prema tomu je termična anomalija u Stykkisholmu: za godinu + 8·0°, za siečanj + 18·9°, za srpanj — 1·4°. U siečnju je dakle uzduh u Stykkisholmu za 18·9° topliji, nego što bi morao biti prema geografskoj širini; u srpnju je pako za 1·4° stupnja hladniji, nego što bi morao biti.

Na našim su kartama za siečanj i srpanj (Karta II. i III.) odlučeni krajevi Zemlje, koji imaju suvišak topline, od onih, koji u to doba imaju manjak topline. Luči ih crta sa zubcima, a zubci pokazuju na krajeve, koji imaju suvišak topline. Prepuštamo čitatelju, da ih iz bližega odredi i zabilježi.

Najveći suvišak topline našli su dosada kod Lofota: u siečnju + 25°. Najveći manjak topline u siečnju je kod Jakutska — 23°. U srpnju je najveći suvišak u nutrinji Azije i Amerike od prilike + 5°, možda je još za 1° ili 2° veći u Lapplandu. Najjači je manjak topline u tom mjesecu kod Davisove ceste — 12° ili — 13°.

Proučavanje topline uzduha dovodi nas do zanimljivih rezultata, osobito, ako se upustimo na tanko u studij ovdje priloženih karata za isoterme godine, siečnja i srpnja (Karta I., II. i III.). Nepravilni tečaj tih crta nam je gdjekada odkrio i uzroke, zašto su tako nepravilne. Glavni je uzrok svagda Sunce i različito grijanje kopna i mora od sunčanih zraka. Nu pomnomu će motritelju ostati još dosta zavoja na njima, koje još treba raztumačiti. Tek će kasnije moći da razumije ove zavoje, kad nam uzdušni ocean izpripovjedi još gdjekoju svoju tajnu. U te tajne idemo da prodiremo korak po korak sve dalje.

* * *

Ovdje bi bilo mjesto, da našim čitateljima dademo podpunu sliku o srednjoj i normalnoj toplini uzduha u onim zemljama, u kojima

obitavaju Hrvati, dakle u Hrvatskoj, Dalmaciji, Slavoniji, Istri, Bosni i Hercegovini. Nu take mi slike žalibože ne možemo dati. Kud je meteorologija u obće mlada nauka, tud je u našim zemljama gotovo još i nema. Ima doduše u tim zemljama meteorologijskih postaja, koje bilježe pojave duži ili kraći niz godina. Jedne meteoroložke štacije postaju, a druge prestaju. Na prvom je mjestu grad Zagreb, gdje se već od g. 1861. amo neprekinuto bilježe meteorologijski pojavi točno i pomno, a opažalo se je i prije od g. 1853. dalje. Opažanja su ova izlazila u Zagrebačkom „Gospodarskom listu“ već od g. 1853. dalje. U novije se doba Zagrebački observatorij digao do postaje prvoga reda, na kojoj su namješteni i aparati, koji sami bilježe meteorologijske pojave. Nu i podatci ove postaje još su za sada zakopano blago, pa se može reći, da ni klima grada Zagreba još nije naučno obradjena: mi danas još ne poznajemo klime glavnoga našega grada. Prvi prilog tomu poslu izišao je g. 1897. u „Radu“ naše akademije, u kojemu je sadašnji upravitelj observatorija obradio oborinu, koja pada u Zagrebu, po opažanjima od g. 1866. do g. 1885.* Po izvještajima Bečkoga i Budapeštanskoga središnjega zavoda za meteorologiju bilo je g. 1893. u Hrvatskoj i Slavoniji u svemu samo 14 meteorologijskih postaja i to: jedna prvoga reda (Zagreb), deset drugoga reda, jedna trećega i dvie četvrtoga reda. Postaje su drugoga reda bile: Belovar, Crikvenica, Dolnji Miholjac, Osiek, Gospić, Ilok, Križevci, Lepoglava, Petrinja, Senj i Rieka. Te su postaje slale svoja opažanja Budapeštanskomu središnjemu zavodu, a možda je bila i još gdjekoja u zemlji, koja svojih opažanja nije nigdje štampala. — U Dalmaciji je bilo 7 postaja drugoga reda: Šibenik, Vis, Hvar, Vrgorac, Mljet, Dubrovnik, Punta Oštro, koje su svoja opažanja slale Bečkomu središnjemu zavodu za meteorologiju i zemaljski magnetizam. — U Istri i Primorju je bilo 5 postaja: Gorica, Trst, Porer, Opatija, Mali Lošinj, koje su takodjer slale svoje izvještaje Bečkomu zavodu. — U Bosni i Hercegovini krenula je stvar nastojanjem zemaljske vlade u Sarajevu u najnovije vrieme snažno napried. Meteorologija počinje tamo okupacijom od g. 1878. Najprije je vojna oblast uredila tri postaje: Sarajevo, Mostar, Tuzla (1879.). To su najstarije postaje tamo i sve su tri bile drugoga reda. Godine 1891. odlučila se bo-

* Dr. A. Mohorovičić: „Klima grada Zagreba. I. Dio: Oborine“. Rad jugosl. akademije knj. 131. Zagreb 1897.

sanska zemaljska vlada da uredi po cieloj zemlji jednolično razdieljenu i sistematičnu meteorologičku mrežu. Sarajevo i Mostar postale su postaje prvoga reda, koje su uredjene po najnovijem stanju nauke savršenim aparatima, koji sami bilježe meteorologičke pojave. Osim ovih ima još četiri postaje drugoga razreda: Banjaluka, Travnik, Bihać, Dol. Tuzla, i 68 postaja 3. reda. Nu najveća je tekovina svakako zemaljskim troškom sagradjeni observatorij prvoga



Sl. 40. Dr. Julijo Hann, ravnatelj centralnoga zavoda za meteorologiju i zemaljski magnetizam u Beču.

reda na vrhu Bjelašnice (2067 metara), koji je sasma uredjen, kako to danas ište nauka. Za instrumente i stan motritelja sagradjena je od kamena g. 1894. jednokatnica s tornjem troškom od 14.518 fl., a godišnji su troškovi za taj observatorij 1300 fl. Publikacije se ove, na dosta velikom teritoriju najviše postaje, počinju od 1. siečnja g. 1895. Nema sumnje, da će donieti za nauku u obće, a napose za poznavanje meteorložkih odnošaja spomenutih zemalja

liepih plodova, ako nastavi svoj rad, kako je započela. Naša slika 39. pokazuje ovu najnoviju tekovinu meteorološke nauke u našim krajevima.

I na tom smo polju mi s ove strane Save daleko zaostali. Bilo bi na čast zemlji, a s gospodarskih i tehničkih razloga puno vriedno, da se u Hrvatskoj i Slavoniji provede organizacija meteorologičke službe troškom zemlje načinom jedinstvenim prema zahtjevima nauke i da se svi podatci skupe u Zagrebu, kako bi se bar poslie 20 godina moglo pristupiti k izradjivanju klimatologije naše domovine prema zahtjevu nauke. Na ovu je zadaću pisac ove knjige već g. 1886. svratio pažnju, kad je pisao: „Druga bi zadaća bila meteorologiji da pojedine krajeve s klimatične strane tako prouči, kao što geolog tlo svakoga predjela snima, i da sastavi klimatične karte zemalja poput onih geologijskih. Za poljodjelca, za vrtlara, za šumara, za regulaciju voda i sve ostale inžinirske radnje, takve bi klimatične karte bile od neprocjenjive vriednosti.“ I danas poslie jedanaest godina vriede ove rieči za Hrvatsku u punoj mjeri.

Nu da čitaoce ove knjige bar nekako odštetimo, evo im je pisac ove knjige sabrao podatke o temperaturi nekojih mjesta u Hrvatskoj, Slavoniji, Dalmaciji, Istri, Bosni i Hercegovini, koje je našao u epohalnim radnjama sadašnjega ravnatelja Bečkoga centralnoga zavoda Julija Hanna (sl. 40.) i jednoga od prvih meteorologa danas, pa ih je složio u ovdje priložene tablice.

Da bolje razumijemo sliedeće tablice, dodajemo ovo. Kod svakoga mjeseca ima 17 brojeva (odozgo dolje). Prvi broj kaže, koliko je metara iznad mora meteorološka postaja onoga mjesta. Drugi i treći broj kazuju geografsku širinu i dužinu (ovu od Grenwicha), da mjesto lako nadješ na karti. Četvrti broj kazuje, koliko se godina opažalo na toj postaji. Ostali brojevi kazuju normalne temperature tih mjesta za svaki mjesec, kako ih je izračunao za svoje velike radnje Julijo Hann. Lako ćemo iz tih brojeva i sami naći normalne temperature pojedinih godišnjih dobi.

Mjesto	Varaždin	Križevac	Belovar	Zagreb	Karlovac (Rakovac)	Zavalje	Gospić	Lokve	Rieka	Opatija	Trst	Gorica (Slovenska)	Pulj	Porer	Lošinj Mali	Senj
Visina u met.	170	160	140	163	120	330	560	720	16	16	26	95	32	7	14	50
Širina	46° 23′	46° 1′	45° 54′	45° 49′	45° 28′	44° 45′	44° 33′	45° 21′	45° 19′	45° 20′	45° 39′	45° 57′	44° 52′	44° 45′	44° 32′	45° 0′
Dužina	16° 26′	16° 32′	16° 54′	15° 55′	15° 34′	15° 50′	15° 22′	14° 45′	14° 27′	14° 19′	13° 46′	13° 37′	13° 51′	13° 54′	14° 28′	14° 54′
Broj godina	12	6	7	25	$8^3/_4$	$7^1/_2$	12	$2^1/_2$	16	1	20	13	13	$12^1/_3$	$4^1/_3$	11
Prosinac	—1·0	—1·1	—0·7	0·4	—0·5	0·0	—1·4	—1·3	6·6	5·9	5·5	3·7	6·2	8·5	8·1	6·2
Siečanj	—1·8	—1·9	—1·4	0·3	—1·3	—1·0	—2·5	—2·0	5·9	5·6	4·7	3·1	5·3	7·4	7·2	5·4
Veljača	0·5	0·2	0·8	1·9	0·6	0·6	— 0·8	— 0·9	6·7	6·1	5·4	4·2	5·8	7·6	7·5	6·4
Ožujak	4·9	4·5	5·0	6·1	4·9	4·0	3·1	2·0	8·7	8·8	8·1	7·5	8·2	9·3	9·6	8·8
Travanj	10·7	10·4	10·9	11·8	10·9	9·3	8·8	7·0	13·1	12·8	13·0	12·4	12·7	13·1	13·8	13·2
Svibanj	15·3	14·9	15·4	15·9	15.4	13·8	13·1	11·2	16·9	16·9	17·4	16·5	16·8	17·1	17.7	17·2
Lipanj	19·7	18·9	19·3	19·9	19·5	17·7	17·0	15·5	21·6	21·0	21·7	20·3	21·1	21·4	21·9	22·3
Srpanj	21·2	20·5	21·0	21·7	21·2	19·6	18·9	17·5	24·3	23·4	24·1	22·8	23·6	23·6	24·4	25·1
Kolovoz	20·3	19·6	20·4	21·2	20·3	19.0	18·5	17·1	23·7	23·1	23·6	22·1	23·2	23·7	24·3	24·3
Rujan	15·9	14·9	16·2	17·0	16·0	15·3	14·6	13·1	19·7	19·5	19·8	18·2	19·5	21·2	21·0	20·1
Listopad	11·0	10·1	11·3	12·2	11·1	11·0	9·9	9·1	15·7	15·5	15·3	13·6	15·1	17·1	16·7	15·8
Studeni	4·1	3·8	4.5	5·4	4·5	4·7	3·3	3·1	10·1	9·7	9·5	7·3	9·9	12·3	11·6	6·2
Godina	10·1	9·6	10·2	11.1	10·2	9·5	8·5	7·6	14·4	14·0	14·0	12·6	14·0	15·2	15·3	14·3

Mjesto	Zadar	Pazin	Knin	Klis	Hvar	Vis	Korčula	Dubrovnik	Punta Oštro	Budva	Banjaluka	Dolnja Tuzla	Travnik	Sarajevo	Mostar
Visina u met.	10	262	350	340	20	24	20	15	65	10	170	266	500	544	51
Širina	44° 7′	45° 14′	44° 2′	43° 33	43° 11′	43° 5′	42° 59′	42° 38′	42° 27′	42° 22′	44° 46′	44° 32′	44° 13′	43° 51′	43° 20′
Dužina	15° 15′	13° 56′	16° 11′	16° 31′	16° 27′	16° 14′	17° 8′	18° 7′	18° 34′	18° 47′	17° 12′	18° 42′	17° 38′	18° 26′	17° 49′
Broj godina	8	3/4	6 1/2	7 2/3	26	13	7	20	10 1/4	2					
Prosinac	7·5	2.6	3·9	6·0	9·6	10·7	10·2	10 1	10·1	10·1	—0·2	—0·2	—1·5	—1·0	6·7
Siečanj	6·4	1·9	3·2	4·9	8·5	9·8	9·1	8·8	9·1	8·9	—1·3	—1·4	—2·0	—1·8	5·3
Veljača	7·1	2·5	4·6	6·0	9·1	9·9	9·6	9·5	9·5	9·7	1·6	2·0	0·3	1·6	7·5
Ožujak	9·0	5·0	7·5	8·1	10·8	11·1	11·0	10·8	10·9	11·7	6·6	5·3	4·6	4·0	9·4
Travanj	13·3	10·0	11·9	12·2	14·3	14·3	14·9	14·4	14·3	15·3	11·9	10·9	10·3	9·3	14·8
Svibanj	17·5	14·4	16·5	16·6	18·3	17·9	18·9	18·2	18·5	19·4	16·0	14·9	14·3	13·7	19·4
Lipanj	21·8	18·7	20·9	21·1	22·6	22·4	23·1	22·5	22·9	23·4	19·6	18·9	17·7	17·7	23·6
Srpanj	24·2	20·7	23·2	23·8	25·2	24·8	25·6	25·2	25·4	26·1	21·7	20·3	20·2	19·4	27·5
Kolovoz	23·7	20·0	22·5	23·1	24·7	24·4	25·1	25·1	25·0	25·5	20·6	19·0	19·7	18·7	26·6
Rujan	20·3	16·3	18·7	19·6	21·6	21·8	22·2	22·3	21·9	22·6	16·8	15·5	16·4	15·5	22·3
Listopad	16·4	11·6	14·2	15·6	18·1	18·6	18·6	18·6	18·5	19·0	10·9	10·0	10·2	10·2	16·7
Studeni	11·0	6·1	8·0	9·9	13·1	14·0	13·4	13·3	13·6	13·8	5·0	2·9	3·5	2·5	10·5
Godina	14·9	10·8	12·9	13·9	16·3	16·7	16·8	16·6	16·7	17·1	10·8	9·8	9·5	9·2	15·9

IV.

O tlaku uzduha.

Barometar. — Vrste barometra: Fortinov barometar, Gay-Lussacov barometar obični barometar, aneroid ili holosterik. — Barograf. — Svojstva dobrog barometra. — Tlak uzduha pada u visini. — Barometar mjeri visinu bregova. — Dnevna perioda u tlaku uzduha. — Godišnja perioda u tlaku uzduha. — Kaki je tlak na cieloj kugli zemaljskoj a) u siečnju, b) u srpnju. — Isobare. — Srednji tlak uzduha u nekojim mjestima Hrvatske, Slavonije, Dalmacije, Istre, Bosne i Hercegovine.

Uz toplinu uzduha ne utječe na klimu i na nepravilne promjene vremena ništa toliko, koliko tlak uzduha. Da izpitamo dakle, što je taj tlak, odkuda je i kolik je na svim mjestima Zemlje. Neka nam u ovom članku nauka pripovjedi, što zna o njemu.

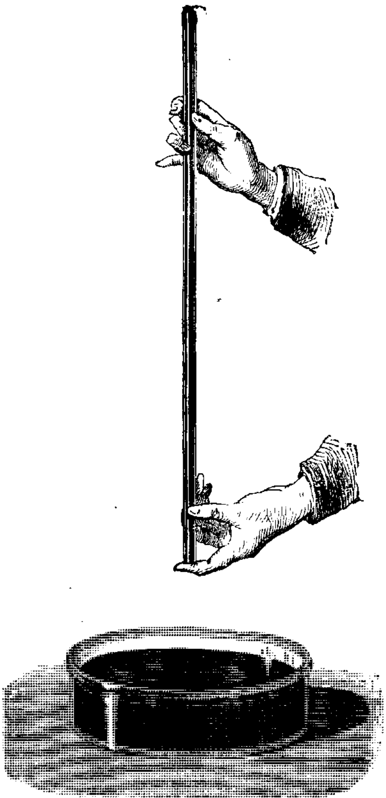
1.

Uzdušni ocean da tlači nas i Zemlju? Ne osjećamo toga ni malo, pa se čini, da se ova tvrdnja kosi s izkustvom. A razum nam kazuje, da bi morao uzdušni ocean radi svoje težine tlačiti na sve, što je na površini Zemlje. Ta i njegovu svaku drobnicu privlači teža k središtu Zemlje, pa mora da pada, ako nema zapreke. Ne može li da pada dalje, tlači svoju podlogu, a taj je tlak — njezina težina.

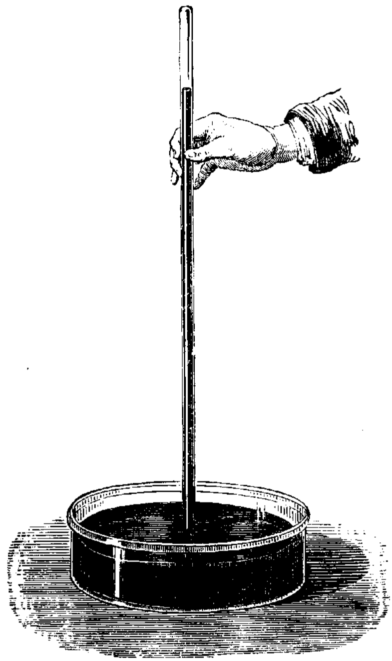
Kako je uzdušni ocean svagdje veoma visok, mora da je nad svakim pedljom zemlje ili mora veoma visok stupac uzduha, koji cielom svojom, jamačno prilično velikom težinom tlači taj pedalj zemlje. Vara li nas razum ili ako ne vara, zašto toga tlaka uz-

dušnoga oceana ni malo ne osjećamo? Ta inače nam je ruka dosta osjetljiva za tlakove: jedan dekagram metni na dlan, pa će ti ruka već sasma jasno pokazivati taj mali tlak, što potiče od ovoga dekagrama. A po razumu bi tlak uzdušnoga oceana ipak morao biti mnogo veći!

Jedva je prošlo 250 godina, što su nas fizičari uvjerili o tom, da nas razum ne vara: uzdušni ocean zaista tlači na svaku



Sl. 41. Toricellijev pokus: ciev puna žive.



Sl. 42. Toricellijev pokus: ciev u posudi.

točku zemaljske površine. Evo kako nas o tom uvjerio godine 1643. Toricelli. Uzmi staklenu ciev, kojih 800 mm. dugu (sl. 41.), koja je na jednom kraju otvorena, a na drugom zataljena i napuni ju svu živom; zatvori otvor prstom, preokreni ciev i utakni otvoreni kraj cievi u zdjelicu punu žive. Odmakneš li sada prst, vidjet ćeš, kako živa iz cievi pada u zdjelicu, pa ne će da ostane u cievi do vrška

(sl. 42.). Nu opet ne će živa da pada u cievi, dok se sasma ne izravna sa živom u zdjelici, nego stane najednoč, pa je izmedju nje i vrška cievi ostao posvema prazan prostor, u kojemu nema ni trunka uzduha (vacuum Toricellijev). Ako si na obali morskoj, a vrieme kao obično, izmjerit ćeš metrom lako, da je daljina od vrška žive pa do površine žive u zdjelici od prilike 760 milimetara. Da je ciev bila i gore otvorena, živa bi u ovom eksperimentu bila u cievi padala, dok se ne bi izjednačila sa živom u zdjelici.

Zašto živa u prvom slučaju stane 760 milimetara visoko, a u drugom se spušta do zdjelice?

Uzroku se je već sam Toricelli dovinuo.

Živa u cievi može da stoji više nego u zdjelici samo onda, ako ju nekakov tlak iz djelice tiska u ciev, inače ona stoji u zdjelici i cievi jednako visoko. Nad živom u cievi nema ništa uzduha, nema dakle ni što, da ju tlači. Na živi u zdjelici je samo uzduh; dakle mora da je uzduh ono, što tjera živu u cievi 760 milimetara visoko; uzduh dakle tlači živu tolikom snagom, da ju potjera 760 milimetara visoko u ciev.

Zaista dakle postoji tlak uzduha, a eksperimenat Toricellijev nam odmah kazuje i to, da je taj tlak uzduha jednak težini živinog stupca. Taj je stupac žive dakle mjera za tlak uzduha. Kad bi n. pr. ciev imala u prorezu baš 1 kvadratni centimetar, mogao bi si i sam lako proračunati, kako je težak stupac žive, što ga drži tlak uzdušnog oceana. Stupac bi imao $1 \times 76 = 76$ kubičnih centimetara žive. Jedan kubični centimetar žive važe 13·6 grama, dakle cieli stupac važe $76 \times 13{\cdot}6$ ili 1033·6 grama ili od prilike 1 kilogram. Da je ciev bila u prorezu 2 kvadratna centimetra, bila bi i težina stupca 2 kilograma, dakle je tlak uzdušnog oceana na 2 kvadratna centimetra jednak 2 kilograma i t. d. na svaki kvadratni centimetar po jedan kilogram.

Da odrediš, kolik je tlak uzdušnog oceana na makar kojem mjestu, treba da izvedeš Toricellijev pokus i da izmjeriš, kako je visoka živa u cievi. Težina tog stupca živinog ti je mjera za tlak uzduha. Ovakova, živom napunjena i u zdjelici namještena ciev je najjednostavniji aparat, kojim možeš odrediti, kolik je tlak uzduha: Toricellijeva ciev je najjednostavniji barometar. [barys (grč.) = težak; metrein = mjeriti; mjera težine (tlaka)].

Visina živina stupca zove se obično visina barometra (za pravo bi morali reći: visina žive u barometru). Nadješ li

n. pr. sjutradan, da visina barometra nije više 760, nego 764 milimetra, znak je to, da je sada i stupac žive nešto teži, nego jučer, a to će reći, da je i tlak uzduha danas nešto veći. Nadješ li pako sjutradan, da je visina barometra samo 754 milimetra, mjesto 760, znak ti je to, da je sada stupac žive, što ga drži tlak uzduha u cievi, nešto lakši nego jučer, a to će opet reći, da je tlak uzduha danas manji nego jučer. Da izraziš brojevima ili riečima, kolik je tlak uzduha, nije dakle baš nuždno, da svaki put ideš računati, kako je težak živin stupac, što ga drži tlak uzduha: dosta je da izmjeriš, kako je visok. Dolaziš do rezultata: tlak se uzduha mjeri visinom barometra.

Mi dakle govorimo obično: danas je tlak uzduha 754 milimetra. Nu to je, ako stvar uzmemo strogo po logici, nesmisao, ali je kratica, koju su obćeno uveli. Za pravo bi morali reći: danas je tlak uzduha jednak težini stupca žive, koji je visok 754 milimetra.

Toricelli sam, a i njegovi suvremenici opaziše odmah, da tlak uzduha niti na istom mjestu ne ostaje uviek jednak: on se po malo mienja od dana na dan. Nema dva dana, nema pače ni dva puna sata, da bi bio posvema jednak: jedno vrieme postaje sve manji, nu od jedan put počne opet rasti, raste kratko vrieme, ali onda opet postaje manji i tako se to mienja bez prestanka na oko bez ikakova pravila. Da se mienja, to pokazuje, makar da mi toga ne osjećamo, barometar posvema jasno. Raste li naime tlak uzdušnog oceana, bit će i visina živinog stupca u cievi veća i mi obično velimo: barometar raste (opet kratica u govoru). Umanjuje li se tlak uzduha, postaje i stupac žive u cievi manji i mi velimo: barometar pada.

Na površini morskoj nadjosmo, da tlak uzduha može stupac žive dignuti visoko 760 milimetara ili 76 centimetara. Kako je živa 13·6 puta teža od vode, mogao bi on prema tomu dignuti stupac vode visoko 13·6 × 0.76 ili 10·336 metra. Pomislimo zaista stup vode visok 10·336 metara s podnicom od jednog kvadratnog metra. U njem ima 10·336 kubičnih metara vode. Nu kubični metar vode važe ravno 1000 kilograma, dakle bi taj vodeni stup vagao punih 10.336 kilograma! A to će reći, da je i tlak uzdušnog oceana na svaki kvadratni metar zemaljske površine (ali na morskoj obali) 10.336 kilograma! Stoji li izrasao čovjek na obali, kojemu je površina tiela od prilike jedan i pô kvadratnog metra, dolaziš do zanimljivog rezultata, da je na tom čovjeku od uzdušnog oceana užasni tlak od 15 tisuća kilograma!

*

Kako da ga taj silni tlak ne smrvi svega? Riešenje je u tom, što uzduh ulazi u sve česti njegovoga tiela, pa tielo nosi isti tlak sa svih strana.

2.

Posljedni podatci o tom, kolik je tlak uzduha na površini morskoj, čine pojav uzdušnog tlaka već toliko zanimljivim, da je vriedno pomišljati na to, kako bi si sagradili savršenije i zgodnije barometre od Toricellijeve cievi. Nu još nas više na to potiče tajinstven pojav, da se tlak uzduha na istom mjestu uviek mienja. Nisu te promjene baš jako velike; u nas se zna barometar dići do 780 milimetara, a pasti na 720 milimetara, dakle u svemu živin stupac zna mienjati svoju visinu za 6 centimetara.

Pitanje, kako se barometar mienja i zašto se tako mienja, podraživalo je čovjeka u prvom redu, da si sagradi bolje barometre od prvoga. Po gotovu je ova težnja porasla, kad su opazili, da su ove promjene u tlaku uzduha u nekakovoj, na oko posvema nerazumljivoj svezi s promjenama vremena na tom mjestu. Interes je za barometar porasao u širokim krugovima ljudi, i on je danas jedan od najviše poznatih fizikalnih aparata; nema danas inteligentne kuće bez barometra. Mjesto je dakle ovdje, da iz bližega opišemo najviše rabljene barometre.

1. Fortinov barometar ili barometar s posudom (sl. 43.). Ciev je barometra zatvorena u mjedenu ciev. Na gornjem kraju ima ova dvie pukotine na suprotnoj strani, da vidiš vršak živinog stupca. Mjera (skala) za stupac urezana je u mjedenu ciev. Donji njezin kraj ušarafljen je u mjedeni poklopac staklene čašice (sl. 44.). U toj čašici vidiš šiljak od slonove kosti (na desnoj strani u našoj slici). Vrh ovoga šiljka je točka, od koje se računa i mjeri visina živina stupca. Radi toga treba kod svakoga opažanja nastojati oko toga, da se površina žive u čašici baš dotiče vrha. U tu je svrhu živa spremljena najprije u čašici, pa drvenoj škatuljici, na koju se nadovezuje kožnata kesica. S pomoću šarafa na dnu možeš kesicu sa živom dizati i spuštati. Kad barometar pada, izlazi nešto žive iz cievi i površina se žive u čašici nešto digne; kad se pako barometar diže, ulazi nešto žive iz čašice u ciev i površina se žive u čašici nešto spusti. Što je šira ciev, tim više žive izlazi i ulazi, tim se više dakako mienja i površina žive u čašici. Nu s po-

moću šarafa na dnu, koji tiska kožnatu vrećicu možeš svaki put površinu žive u čašici tako namjestiti, da se baš dotiče vrha od slonove kosti.



Sl. 43. Fortinov barometar namješten za opažanje na polju.

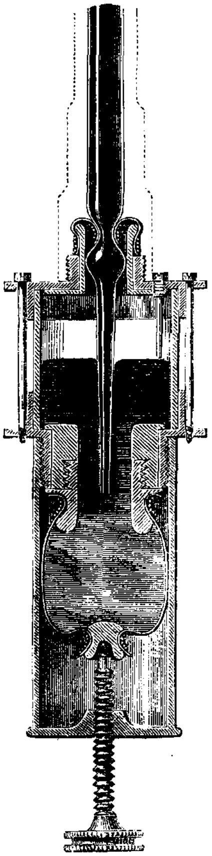
Svaki ćeš put dakle posvema točno izmjeriti visinu živina stupca.

Ovaj barometar, i njemu posvema slične konstrukcije upotrebljavaju najviše na meteorologijskim postajama i svagdje, gdje se radi o točnom mjerenju uzdušnoga tlaka.

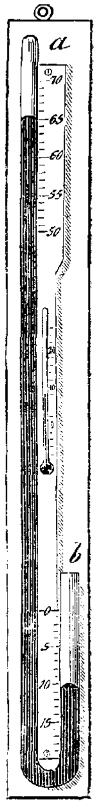
2 Gay-Lussacov barometar (sl. 45.). Sastoji od duge staklene cievi, koja se savija u koljeno. Duži je krak *a* zatvoren, a kraći je *b* otvoren. Ciev je prikovana na daščici, a na toj je mjera urezana. Ništica je mjere negdje izmedju obih vršaka žive. Da nadješ pravu visinu stupca, treba da sbrojiš oba broja: od ništice do vrška stupca u kratkoj cievi i od ništice do vrška žive u dugoj cievi.

3. Obični barometar je posebna vrsta Gay-Lussacovog, samo mu je otvoreni krak veoma kratak i mnogo širi od drugoga. Ovaj je ciev, a onaj je u neku ruku posudica u Toricellijevog aparata. Radi velike razlike u širini cievi i posude ne će dizanje i padanje žive mnogo utjecati na živu u posudici. Visina se stupca odredi čitanjem na čvrstoj mjeri, kojoj je ništica kod površine žive u širokom kraku.

Jasno je, da ovaj barometar ne može posvema točno pokazivati visinu stupca, zato ga i upotrebljavaju samo u običnom životu, gdje se ne radi o velikoj točnosti. Nu i tu se po malo gubi.



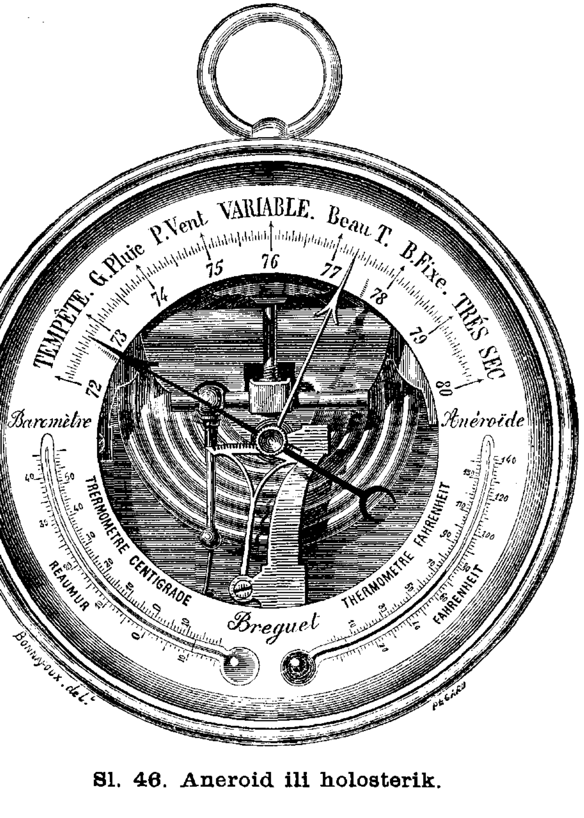
Sl. 44. Posuda Fortinova barometra.



Sl. 45. Gay-Lussacov barometar.

4. Aneroidbarometar ili Holosterik-barometar (sl. 46.). Mimo ove tri vrste barometara sa živom, upotrebljavaju danas veoma mnogo i na moru i na kopnu aneroid-barometar. Mnogo je zgodniji od predjašnjih, jer u njemu nema žive, a ova se kod prenašanja lako razlije i instrumenat ne valja više. Glavna je stvar u aneroidu okrugla škatuljica od kovi, kojoj su dno i poklopac veoma

elastični, a iz nutrinje joj je gotovo sav uzduh izsisan. Izvanji tlak uzduha djeluje dakako najviše na elastične poklopce osobito u sredini njihovoj, pa nastoji, da ih utisne, koliko to dopušta njihova elastičnost. Kad dakle raste tlak uzduha, poklopci će se jedan drugomu primicati; kad tlak pada, razmicat će se radi svoje elastičnosti. Ovo se gibanje poklopaca tamo i amo prenosi s pomoću poluga i kolesja na kazalo,



Sl. 46. Aneroid ili holosterik.

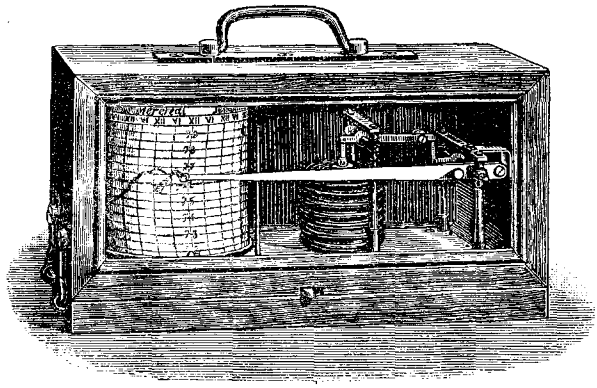
koje ide na desno, kad tlak uzduha raste, a na lievo, kad pada. Kazalo ide, kao i kazalo na uri, iznad okrugle ploče s okruglom skalom, koja je urezana prema dobrom barometru od žive.

Na istoj je osnovi sagradjen i barograf braće Richard u Parizu, koji nam pokazuje slika 47. U sred ormarića vidiš limenu škatulju, kojoj se poklopac diže i spušta prema tlaku uzduha. Poluge prenose to gibanje na kazalo, a ovo svojim šiljkom na lievom kraju

crta na papiru, koji se s pomoću posebne ure okreće oko osovine valjka, krivulju; ta pokazuje, kolik je tlak uzduha u makar kojem času dana i noći. Zovu tu krivulju barogram.

Aneroid je radi svog okruglog oblika, radi toga, što u njemu nema tekućine, i radi toga, što pokazuje veoma lako sve promjene u tlaku uzduha, instrumenat, koji je na naučnom putovanju po moru i kopnu veoma zgodan. Ima ih danas već takovih, koji nisu ništa veći od ure za džep!

Ali ima aneroid i svoje slabe strane. U toplini se i studeni mienja svaki instrumenat drugačije, pa treba te promjene odrediti kod svakoga instrumenta napose. Riedko kad mu je skala tako točna, da bi svagdje bila prema barometru sa živom, a ako i jest danas, ne



Sl. 47. Barograf braće Richard u Parizu.

ostaje tako uviek, osobito ako se instrumenat često strese. Poradi toga treba da aneroid često izporedjuješ u vrućini i studeni s barometrom od žive, pa da po tom odrediš, za koliko pokazuje pogrješno.

Da barometar sa živom pravo pokazuje, treba da je pomno izradjen, zato su i dobri barometri sa živom još uviek dosta skupi (oko 50 for.). Da i sam prosudiš, je li ti barometar dobar, pripazi na ove stvari:

1. Živa u njem treba da je čista t. j. u njoj ne smije biti primiešanih ili raztopljenih drugih materija.

2. U prostoru iznad žive u dugoj cievi ne smije da bude ni trunak uzduha. Kad bi ondje bilo i malo uzduha, tlačio bi on na živu u cievi i barometar bi uviek stajao prenizko. Da izpitaš, ima

li ondje uzduha, nagni barometar toliko, da se ciev napuni živom. Udari li o staklo jasno, zvonko, kao da je o nj udario kakov metal, nema u cievi uzduha. Udari li muklo ili bez ikakova glasa, u njoj ima uzduha, instrumenat ne valja. Kad grade barometar, iztjeraju sav uzduh iz cievi tim, da kuhaju živu u njoj. Udje li kasnije nešto uzduha, moći ćeš ga gdjekada ukloniti tim, da živu na otvorenom kraju tako začepiš, da ne može nikuda, pa onda barometar okreneš. Ako polagano i oprezno treskaš i kucaš, navrnut ćeš mjehur uzduha na to, da se digne do otvorenog kraja barometra.

3. Staklena ciev treba da je iznutra čista. Nije li čista, ne može se živa u njoj dosta lako dizati i spuštati, kad se mienja tlak uzduha.

4. Nutarnji prorez cievi ne smije da bude premalen. U svakoj staklenoj cievi naime živa stoji niže, nego što bi morala da stoji. To je posljedica privlačenja izmedju drobnica žive i stakla. U cievi širokoj dva milimetra, potisne ta sila živu dolje za punih 4·6 milimetara! Za jedan milimetar prenizko stoji živa, ako je ciev široka 6·5 milimetara, a samo za jednu desetinu milimetra stoji prenizko, ako je ciev široka 16 milimetara. Što je šira ciev, to manje utječe na živu ovo privlačenje.

5. Mjera (skala) mora da je pravo razdieljena i da bude, kad mjeriš, vertikalna (osovna). Inače ne ćeš odrediti pravu visinu stupca.

5. Na dobrom barometru treba da je smješten i termometar. Živa se naime razteže, kao i svako drugo tielo, kad se ugrije. Recimo n. pr. da je tlak uzduha uviek isti, stupac bi žive ipak postao viši, čim bi ugrijao živu, a postao bi manji, čim bi se živa opet ohladila. Prava je visina barometra ona, koju stupac pokazuje, kad je temperatura žive baš jednaka ništici. Znaš li temperaturu žive, kad si motrio barometar, možeš lako odrediti malim računom, za koliko bi stupac milimetara bio niži ili viši, da je temperatura žive bila baš ništica. To zovu u nauci: reducirati visinu barometra na ništicu. A da svaki put odrediš temperaturu žive, zato treba da je na dobrom barometru i termometar.

Barometar, kod kojega su svi ovi uvjeti zaista i podpuno izpunjeni, zove se normalni barometar. Takovih imaju samo veći meteorologički observatoriji. I zagrebački observatorij ima jedan od Fuessa u Berlinu.

Svaki drugi barometar, kojim želiš točno mjeriti tlak uzduha, treba da izporediš s jednim normalnim barometrom. Pokazat će se

gotovo uviek, da na ništicu reducirane visine obih barometara nisu jednake. Broj, što ga visini svoga barometra moraš pribrojiti ili od njega oduzeti, zove se **konstantna korekcija** barometra. Ta mala pogrješka dolazi s raznih strana: ili skala nije točno namještena, ili utječe kapilarnost cievi ili termometar nije posvema prav i t. d.

3.

Obadjimo sada dobrim barometrom u ruci zemaljsku kuglu: neka nam ovaj drugi važni instrumenat meteorologije pripovjedi, što zna o tlaku uzduha: 1. na istom mjestu Zemlje i 2. širom svieta.

Tlak uzduha, to već znamo, potječe od težine njegovih drobnica. Na površini je zemaljskoj dakle tlak svih drobnica uzdušnih sve do gornje granice uzduha. Kako je površina morska poprieko najniža vrsta zemaljske kugle, jasno je, da je na njoj i najviše drobnica uzduha, koje tlače svojom težinom na površinu morsku. Penješ li se sada s barometrom u ruci, na makar kojem mjestu Zemlje u uzduh, pokazivat će ti barometar veoma zanimljivu pojavu: **kako se uzpinješ, recimo uz brdo ili u balonu, barometar sveudilj pada**, dakle tlak uzduha na istom mjestu Zemlje nije jednak u svim vrstama uzduha. Ovu na oko čudnu pojavu razum posvema shvaća. Ako je tlak uzduha doista posljedica težine svih drobnica do gornje njegove granice, razumiješ s mjesta, da će bivati sve manji, što se dalje penješ u visinu. Na svakoj vrsti uzduha leži težina onoga uzduha, koji je iznad nje sve do granice atmosfere. Što je manja masa toga uzduha, to je manji i tlak uzduha. Na površinu morsku tlači težina ciele atmosfere. Što se više penješ nad nju, to je manja debljina uzduha, koji još tlači, tim je dakle lakši uzduh nad tom vrstom, tim je manji i njegov tlak. Nu još je nješto, što utječe na to, da tlak uzduha postaje sve manji i na istom mjestu, ako se penješ u vis. Uzduh ima zajedno s drugim plinovima svojstvo **raztežljivosti** t. j. drobnice njegove, kad godj mogu, bježe jedna od druge sve dalje, i kad ne bi bilo drugih sila u uzdušnom oceanu, već bi se davno bile razbježale i izgubile po neizmjernom svemiru, Zemlja ne bi imala uzdušnog oceana. Što jače tlačiš uzduh, to se jače stiska, to manji obujam zaprema; čim tlak popusti, odmah zapremi veći obujam, dakle je rjedji. Spomenusmo već na drugom mjestu, da litra uzduha na površini morskoj važe od prilike $1^1/_4$ grama. Kad

bi vagnuo litru uzduha 1000 metara nad površinom morskom, našao bi, da je lakša.

I to sada razumijemo. Kako tlak uzduha popušta u visini, tako postaje i uzduh sam sve rjedji, pa i radi toga tlak postaje u visini sve manji. Napokon znamo i to, da je uzduh tim rjedji, čim je viša njegova temperatura. Dakle i o temperaturi visi padanje uzdušnoga tlaka u visini. Zanimljivo je pitanje, za koliko se metara moramo popeti, da živa u barometru pane baš za jedan milimetar?

Živa je 13·59 puta teža od vode. Voda je 773 puta teža od uzduha, dakle je živa 13·59 × 773 ili od prilike 10 tisuća puta teža od uzduha. Želiš li da živa u barometru pane baš za jedan milimetar, moraš se s njime popeti tako visoko nad površinu, da od ciele atmosfere odpane stupac, koji je toliko težak, koliko je bio težak onaj stupčić žive, koji je bio visok jedan milimetar, a to je stupac uzduha visok 10 tisuća metara il 10 metara. Za svakih 10 metara, što se penješ u vis, pada barometar od prilike za jedan milimetar. Na Chimborassu je tlak uzduha jedva 360 milimetara. Iz medju Zagreba i Sljemena naći ćeš razliku u tlaku uzduha od kojih 50 i više milimetara. Da je uzdušni ocean od dna do vrha svagdje jednako gust i topao, padao bi i tlak uviek na svakih 10 metara od prilike za jedan milimetar, pa bi čovjek, prebrojivši milimetre, za koje je barometar pao, s mjesta mogao odrediti, koliko se je metara popeo u vis t. j. kako je visok brieg, na koji se je penjao. I doista danas mnogo mjere s barometrima visine bregova! Na kraju ovog članka (str 136.) priložena je: Tablica za mjerenje visine bregova pomoću barometra. Ova se tablica obazire i na gustoću i na toplinu uzduha, i moći će gdjekojemu čitatelju dobro poslužiti, kad se penje s aneroidom na bregove, da odredi koliko se je metara popeo. Ona mu pokazuje za različite prilike, za koliko se je metara morao u uzdušnom oceanu popeti, kad mu je barometar pao za jedan milimetar.

Evo primjera. Tlak je uzduha bio na podnožju briega, kad smo pošli gore, 760 milimetara, a temperatura uzduha baš 0° C. Kad je barometar pao za jedan milimetar, popeo si se po tablici za 10 metara i 51 centimetar. Ako je pako bila uz isti tlak od 760 milimetara temperatura uzduha 20° C., uzduh je lakši i rjedji, pa si se morao po tablici popeti za 11 metara i 36 centimetara, da ti barometar pane za jedan milimetar. 2500 metara visoko nad morem tlak je uzduha poprieko samo 555 milimetara, dakle je ondje od prilike za jednu četvrt rjedji, nego na Zemlji. Radi toga se ondje

moraš za 14 metara i pol popeti, da ti barometar pane za jedan milimetar.

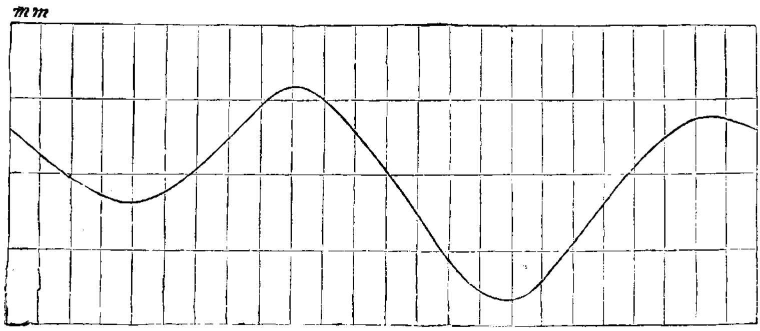
Gradovi su zemaljski u veoma različnim visinama nad morem. Želiš li dakle da izporediš tlak uzduha na tim mjestima, nije dosta, da čitaš barometre, nego treba, da se obazreš i na njihovu visinu nad dnom uzdušnoga oceana. Treba da odrediš, kaki bi tlak uzduha bio, da su oba mjesta na istoj visini. Meteorolozi obično si izračunaju, kolik bi tlak bio, da su oba mjesta tik uz more, oni ih dakle spuštaju na obalu morsku. Zovu taj posao: visinu barometra reducirati na površinu morsku.

I obratni se posao može obaviti. Znaš li, kako stoji barometar na površini morskoj i na kojem mjestu iznad mora, ali ne predaleko od njega, možeš odrediti visinu toga mjesta nad morem. Evo liepog primjera za primjenu gore spomenute tablice. Na moru je barometar 760 milimetara, a temperatura 16° C. Na briegu kraj mora je pako 740 milimetara, a temperatura je ondje samo 12°. Srednjak je obih barometara 750 milimetara, a srednjak obih temperatura 14° C. Iz tablice čitaš, da tim brojevima pripada 11·25 metara. Sudiš sada ovako: Da ovdje barometar pane za jedan milimetar, morao sam se popeti 11·25 metara više. Nu pošto je barometar pao od 760 na 740 milimetara, dakle za 20 milimetara, morao sam se popeti za 20 × 11·25 ili 225 metara. Brieg je visok 225 metara, računajuć od površine morske.

I tako nam evo barometar već sada pokazao prezanimljivu primjenu: može da mjeri visine bregova!

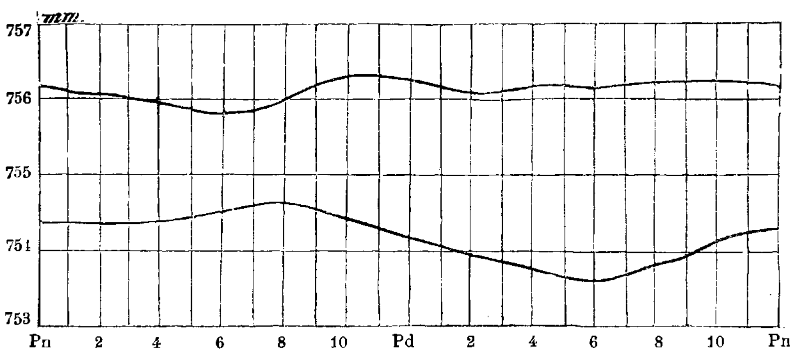
Nu zaustavimo se sada na čas s barometrom u kojem gradu kraj ekvatora n. pr. u Bataviji i ostanimo ondje tik obale morske, pa motrimo barometar od sata do sata i od dana do dana. I opet nam odkriva čudne stvari: Nije tlak uzduha ni na površini morskoj u Bataviji uviek jednak, od sata se do sata mienja, od dana se do dana te promjene ponavljaju čudnim redom. Noviji barometri (vidi sliku 47.), koji sami bilježe tlak uzduha makar kojim načinom, nada sve su zgodni za ova promatranja. Kako se mienja tlak uzduha preko dana u Bataviji pokazuje slika 48 veoma liepo. Nije ona postala motrenjem jednoga dana, nego dugotrajnim motrenjem svih dana u godini. Pokazuje ti slika, kako je ondje tlak uzduha oko 3 sata 40 minuta u jutro (prvi minimum) najmanji, pa od tog časa dalje raste. Raste sve do 9 sati i 8 minuta u jutro. U to je doba najveći (maksimum), a onda opet počinje

padati i pada sve do 3 sata 40 minuta po podne. U to je doba još manji nego u jutro (drugi minimum). Ponovno se barometar diže od toga časa i raste sve do 10 sati 22 minuta na večer (drugi maksimum), da onda opet pada do pred zoru. Nije li to čudna pojava u barometra? Rekao bi gotovo, da je živo biće, koje radi po svojoj



Sl. 48. Dnevna perioda uzdušnoga tlaka u Bataviji.

volji! Razlika izmedju najveće vriednosti tlaka oko 9 sati do podne i najmanje vriednosti njegove oko 4 sata po podne dosta je velika: po slici 2·7 milimetara. I tako barometar u Bataviji gotovo cielu godinu raste i pada posvema jednako tečajem svakoga dana!



Sl. 49. Dnevna perioda uzdušnoga tlaka u Kristianiji.

Možda je to samo u Bataviji tako. Preskočimo s njim u daleki sjever u Kristianiju. Što nam ondje barometar kazuje, vidiš na slici 49., koja je slično sastavljena, kao ona za Bataviju, samo vidiš na njoj dvie krivulje. Donja je za mjesec srpanj, a gornja za siečanj. Vriedno je, da pogledaš i gornju i donju. U siečnju vidiš,

da dopoldašnji najveći tlak uzduha pada na 10 sati i 34¼ minuta, a popoldašnji najmanji tlak na 2 sata 6 minuta. Večernji najveći tlak pada na 9 sati 50 minuta, a najmanji tlak pred zoru na 5 sati 53 minuta u jutro. Ali sva razlika preko cielog dana nije ni s daleka tolika, kao u Bataviji: jedva da je pol milimetra!

U srpnju je opet nešto drugačije. Dopoldašnji maksimum pada već na 7 sati 29 minuta u jutro, a popoldašnji minimum na 5 sati i 45 minuta. U noći se tlak uzduha veoma malo mienja, ali raste sveudilj. Razlika je dnevna znatno veća nego u siečnju: nešto više nego jedan milimetar.

Ova dva primjera nam odaše veoma zanimljiv pojav, koji se pokazuje gotovo na cieloj kugli zemaljskoj: Tlak uzduha tečajem dana dva puta raste i dva puta pada. Dva puta za 24 sata ima svoju najveću vriednost (maksimum), jedan u jutro, a drugi na večer, i dva puta najmanju (minimum), jedan u jutro, a drugi po podne. Najveća je razlika izmedju dopoldašnjega maksima i popoldašnjega minima, dakle se tlak uzduha jako mienja danju, a malo po noći.

U svim je tropskim mjestima dnevna promjena uzdušnoga tlaka veoma nalik na onu u Bataviji i ponavlja se od dana do dana tako pravilno, da ljudi ondje mogu barometar gotovo rabiti kao uru, pa po njem odrediti dobu dana. Dnevna je razlika ondje i dosta velika, oko 2 milimetra.

U našim se krajevima barometar ne mienja preko dana ni s daleka tako pravilno kao u Bataviji: u nas ćeš naći dosta dana, gdje barometar čitav dan pada ili raste, pa na oko i nema nikakovih maksima ni minima. Nu ako nastaviš motrenja n. pr. mjesec dana, pa si onda računaš, kako pokazasmo kod topline, srednje tlakove, pokaže ti se najednoć, da i za nas vriedi gornji prezanimljivi zakon. Ni doba maksima i minima nisu u nas tako pravilna i jednaka tečajem ciele godine kao u Bataviji; nu ipak se očitovalo i za naše krajeve, da oba maksima padaju izmedju 9 i 11 sati do podne i iste sate na večer, a oba minima na sate izmedju 3 i 5 u jutro i po podne.

Kad su noći veoma kratke, tlak se noću veoma slabo mienja; a kad su dani kratki i noći duge, stegne se ciela dnevna perioda na ono par sati dana.

Veoma zanimljivu nam je činjenicu odkrio barometar: dvostruko kolebanje uzdušnoga tlaka za 24 sata. Za stalno je

svakomu na jeziku pitanje; odkuda ta čudnovata dnevna perioda u uzdušnom tlaku? Zašto se poprieko na cieloj zemaljskoj kugli baš ovako mienja tlak uzduha svaki dan?

Izpitivanje je dovelo stručnjake do ponajvažnijega pojava u uzdušnom oceanu za onoga, koji se bavi promjenama vremena, do uzdušnih struja, koje se uzdižu u tom oceanu sa Zemlje u visinu. Kako ćemo kasnije mnogo govoriti o tim strujama, red je, da ih ovdje potanko opišemo i što bolje primaknemo razumievanju.

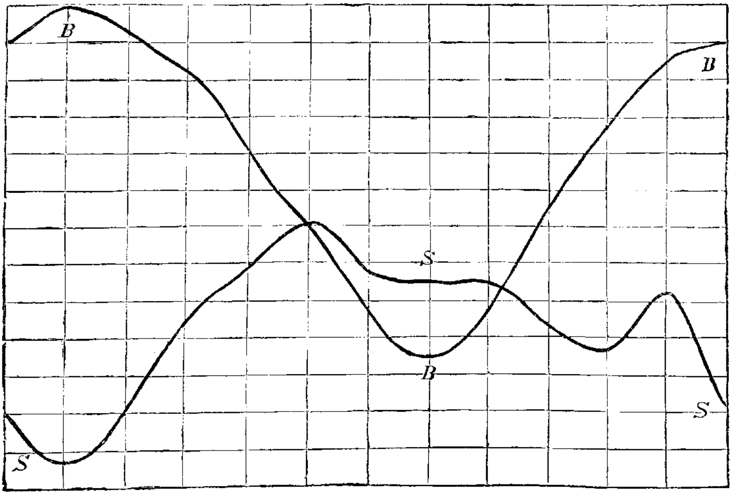
Zatvoriš li odredjenu masu uzduha u posudi, da ne može iz nje nikuda, pa ju ugriješ, rasti će temperatura uzduha u posudi, drobnice njegove nastoje sve jače, da se razbjegnu na sve strane, ali posuda ne da. Posljedica je, da zatvoreni uzduh sve jače tlači sve strane posude, raste mu ekspanzija (napetost). U atmosferi je pojav nešto drugačiji. Vrsta uzduha na površini Zemlje se ugrije od nje. Čim se je toliko ugrijala, da je prema svojoj okolini prelaka, dizat će se u vis, da dodje do vrste, koja je tako laka, kao i ona. Kao u predjašnjoj zatvorenoj posudi, tako i ovdje toplina raztjeruje drobnice uzduha u cieloj ugrijanoj vrsti na sve strane. Dolje ne mogu da bježe, jer je pod njima kopno ili voda; na bokove takodjer ne mogu, jer su oko njih opet drobnice uzduha, koje takodjer nastoje, da se šire na sve strane; sva dakle ekspanzija ugrijanog uzduha mora da ga tjera u vis i očituje se u tom, da se drobnice ugrijane vrste zaista u oceanu dižu u visinu: postaje uzdušna struja u vis. Nu uzduh nije nikada čist; u njem je uviek vodene pare. Ugrije li se na Zemlji vrsta uzduha, izhlapljuje u nju sve više vode i čim se jače grije, tim se brže razvija vodena para. Ta vodena para ne može s mjesta da se pomieša posvema s uzduhom, pa ga tjera izpred sebe u vis. Izhlapljivanje vode još pojačava uzdušnu struju u vis. Ali vodena je para i lakša od uzduha; ako se dakle i pomieša s uzduhom, uzdizat će se uzduh tim brže. Razbiramo dakle važan rezultat: Ako se igdje na Zemlji uzduh jače ugrije, nego u okolini, postaje ondje krepka uzdušna struja u vis. Uzduh je u toj struji lakši od uzduha u okolini, poradi toga je i cieli stupac uzduha nad ugrijanim mjestom lakši, tlak je uzduha ondje manji i barometar stoji niže, nego na hladnim točkama u okolini. Diže li se temperatura uzduha, pada barometar. Primienimo ovu istinu na dnevno grijanje uzduha od Sunca. Kako se mienja tečajem dana temperatura uzduha, tako će se morati mienjati i tlak njegov. Nu izporedimo li od prije nam poznatu dnevnu

periodu temperature s dnevnom promjenom uzdušnoga tlaka, u oči će nam udariti golema razlika: temperatura ima svaka 24 sata jedan maksimum i jedan minimum, a tlak pokazuje dva maksima i dva minima. Po predjašnjem bi pako tumačenju očekivali rezultat: kad je temperatura najviša, tlak je najmanji i obratno.

Toj je razlici uzrok voda u uzdušnom oceanu. Kad izadje Sunce u jutro, ugrije površinu Zemlje i najnižu vrstu uzduha u njoj; kako joj raste temperatura, tako postaje i uzdušna struja u vis i tlak se uzduha umanjuje. Nu u isto se doba počinje u uzdušnom oceanu i drugi proces: izhlapljivanje puni uzduh vodenom parom, pa kako je to izhlapljivanje vode brže nego dizanje uzduha u vis, bit će konačni rezultat taj, da će tlak uzduha s jutra još uviek polako rasti, dok ne dosegne o podne do maksima. Kako se Sunce diže sve više, grije i uzduh na površini Zemlje sve jače, uzduh sve žešće i brže juri u vis, vodene se pare sve brže i lakše miešaju s uzduhom i odlaze s njim u vis; uzduh u visokim vrstama oceana sve brže otiče na strane i tlak uzduha na ugrijanom mjestu pada. Ne daleko iza podneva temperatura uzduha je na Zemlji najveća i uzdušna je struja u vis najbrža, zato i barometar u to doba dana i najbrže pada. Poslije podne popušta grijanje uzduha odozdo; uzdušna struja u vis jenjava i ne može već tako snažno da za sobom vuče vodenu paru: barometar prestaje padati. Kad se na večer Zemlja ohladi, pada i uzduh i vodena para natrag, a tim postaje uzdušna struja dolje, koja donju vrstu uzduha napuni hladnijim uzduhom i vodenom parom, koji su opet uzrok, da se barometar pod večer opet diže. U noći se vodena para iz uzduha pretvori u vodu (pada rosa), pa kako se iz uzduha ta para izlučuje, postaje i tlak njegov sve manji: barometar pada cielu noć, dok ne dodje pred zoru opet do minima. Kad u uzdušnom oceanu u našim krajevima ne bi bilo nikakovih drugih pojava, koje pobrkaju ovaj red, od dana bi do dana gledali ovaj pravilni red u dizanju i padanju barometra, kako ga zaista gledaju ljudi u Bataviji. Što u nas taj red pobrka, o tom ćemo kasnije govoriti.

Kako se tlak uzduha mienja tečajem dana prema Suncu, tako se mienja i tečajem godine prema godišnjim dobama, kojima je opet posljednji uzrok u Suncu. Nu te godišnje promjene nisu ni s daleka tako pravilne za sva mjesta zemaljske kugle, kao dnevne. Slika 50. pokazuje dva zanimljiva primjera: godišnju promjenu uzdušnoga tlaka u Stykkisholmu na Islandu (S) i u Barnaulu u Sibiriji (B).

Prvo je mjesto u sred velikog oceana, a drugo u sred velikog kopna. Na Islandu je tlak uzduha najveći u svibnju, a najmanji u siečnju. U nutrinji Azije je pako tlak uzduha baš u siečnju najveći, a u srpnju najmanji. Na velikim su kopnima promjene tlaka nalik na promjene u Barnaulu. To i razumijemo. Ljeti se kopno silno ugrije i uzdušna je struja u vis veoma snažna, dok je ujedno uzduh i veoma suh: ljeti će barometar biti nizak. Zimi se opet kopno izbijanjem svoje topline silno ohladi, najniže vrste uzduha se jako ohlade, postaju težke i spuštaju se na Zemlju; odozgo struji uzduh sa strana tamo i ova struja još povećava tlak: barometar stoji zimi visoko.



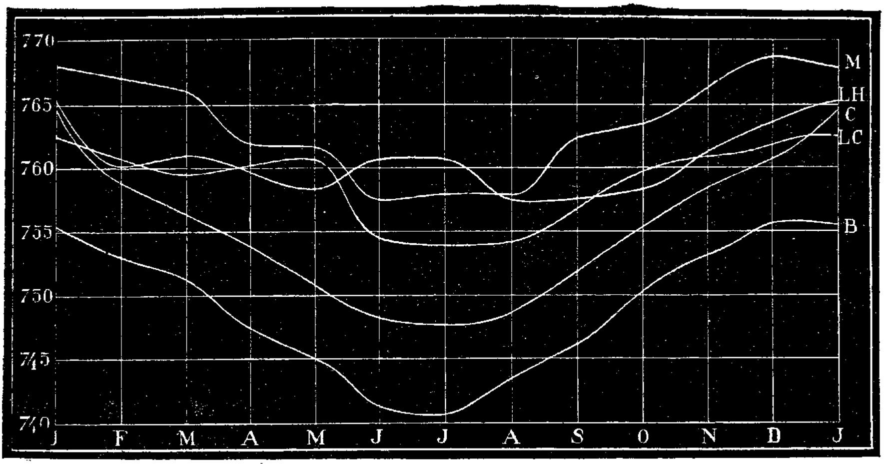
Sl. 50. Godišnja perioda uzdušnoga tlaka u Stykkisholmu i Barnaulu.

Jasno je dakle, da će tlak uzduha po zemaljskoj kugli biti veoma raznolik prema namještaju mjesta na kopnu ili kraj mora. Slika 51. pokazuje, kako se tlak uzduha mienja tečajem godine u nekojim mjestima vrućega pojasa, a slika 52. opet, kako se mienja u nekojim poznatijim mjestima našega umjerenoga pojasa. Iz tropskih su krajeva izabrana mjesta: Benares (B), Kalkuta (C), Le Caile (LC), La Havane (LH) i Macao (M).

Iz naših krajeva su odabrana mjesta: Strassburg (S), Halle (H), Pariz (Pa), Berlin (B) i Petrograd (P).

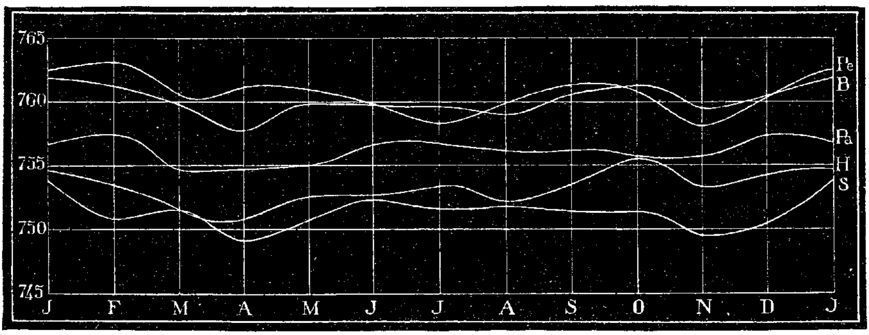
Obje slike sastavljene su po istom načelu, kao i slika 50. Na dolnjem horizontalnom pravcu zabilježeni su mjeseci godine početnim

slovima latinskih im imena. Na prvoj lievoj okomici zabilježeni su tlaci uzduha u milimetrima od 745 milimetara do 765 milimetara.



Sl. 51. Godišnja perioda barometra u tropskim krajevima: B, Benares; LC, Le Caile; C, Kalkuta; LH, La Havane; M, Macao.

Imena mjestâ, kojima pripadaju nacrtane krivulje, zabilježena su početnim svojim slovima na desnoj strani slike uz onu krivulju. Po načelu, razloženom kod slike 50., naći će lako svatko, kako se



Sl. 52. Godišnja perioda barometra u našim krajevima: S, Strassburg; H, Halle; Pa, Pariz; B, Berlin; Pe, Petrograd.

mienja i kolik je srednji tlak uzduha u svakom mjesecu godine za onih pet mjesta tropskih i opet pet mjestâ umjerenog pojasa.

Srednji tlak uzduha u milimetrima u nekojim mjestima Hrvatske, Slavonije i t. d.

Mjesto	Zagreb	Rieka	Senj	Gospić	Vinkovci	Zadar	Hvar	Dubrovnik	Punta Oštro	Klis	Dolnja Tuzla	Sarajevo	Mostar	Pulj	Gorica Slovenska	Trst
Sjeverna šir.	45° 49′	45° 19′	45° 0′	44° 33′	45° 17′	44° 7′	43° 5′	42° 38′	42° 27′	43° 33′	44° 32′	43° 51′	43° 20′	44° 52′	45° 57′	45° 39′
Duž. od Grenw.	15° 55′	14° 27′	14° 54′	15° 22′	18° 48′	15° 15′	16° 14′	18° 7′	18° 34′	16° 31′	18° 42′	18° 26′	17° 49′	13° 51′	13° 37	13° 46′
Vis. iznad mora	162·5	4·9	21·2	561·6	100·8	11·3	19·5	15·2	64·0	363·0	277·5	548·8	62·4	31·7	91·3	26
Siečanj	750·45	763·35	761·58	712·92	757·16	763·65	761·20	763·65	756·72	730·64	739·48	714·90	757·80	760·20	755·57	761·29
Veljača	48 90	62·33	60·51	11·90	55·53	62·44	60·31	62·49	55·94	29·67	37·84	13·29	56·57	59·21	54·47	60·21
Ožujak	46·15	59·86	58·00	09·55	52·50	59·82	57·68	59·96	53·83	27·43	35·18	11·08	54·25	56·67	51 91	57·62
Travanj	45·98	60·21	58·30	10·21	52.03	60·13	58·30	60·34	54·52	28·20	35·16	11·56	54·42	56·96	52·25	57·90
Svibanj	46·25	60·30	58·49	10·92	52·20	60·35	58·50	60·50	54·67	28·65	35.66	12·30	54·30	57·18	52·48	58·06
Lipanj	47·15	60·96	59.26	12·46	53·00	61·08	59·01	61·02	55·20	29·70	36·73	13·52	55·26	57·97	53·27	58·83
Srpanj	47·30	60·67	58·93	12·68	52·90	60·77	58·61	60·42	54·64	29·57	36·92	13·72	54·81	57·67	53·00	58·55
Kolovoz	47·36	60·69	58·84	12·87	53·21	60·88	58·55	60·33	54·55	29·43	37·02	13·73	54·77	57·61	52·98	58·50
Rujan	49·22	62·41	60·51	14·00	55·43	62·73	60·48	62·38	56·40	30·83	38·98	15·71	57·11	59·25	54.61	60.15
Listopad	48·70	61·92	60·07	12·57	55·13	62.08	60·30	62·37	56 05	30·00	38·38	14·66	56·96	58·67	54·06	59·63
Studeni	48·00	60·86	59·08	11·53	54·38	60·95	58·83	61·51	54·78	28·53	37·37	13·26	55·72	57·58	52·97	58·62
Prosinac	49·35	62·15	60·37	12·47	55·88	62·43	59·91	62·74	55·70	29·56	38 57	14·32	57·07	58·88	54·28	60·00
Godina	747·90	761·30	759·49	712·01	754·11	761·44	759·31	761·48	755·25	729.35	737·27	713·50	755·75	758·15	753·49	759·11

Tablica za mjerenje visine bregova pomoću barometra u metrima (str. 123).

Tlak uzduha	Temperatura uzduha — Celsija.															
mm.	30°	28°	26°	24°	22°	20°	18°	16°	14°	12°	10°	8°	6°	4°	2°	0°
780	11.48	11.40	11.31	11.23	11.14	11.06	10.97	10.89	10.82	10.74	10.66	10.57	10.49	10.41	10.32	10.25
770	11.63	11.55	11.46	11.38	11.29	11.21	11.12	11.04	10.96	10.88	10.80	10.71	10.63	10.55	19.46	10.38
760	11.78	11.70	11.61	11.53	11.44	11.36	11.27	11.19	11.11	11.02	10.94	10.85	10.77	10.69	10.60	10.51
750	11.94	11.85	11 77	11.68	11.60	11.51	11.43	11.34	11.25	11.17	11.08	11.00	10.91	10.83	10.74	10.65
740	12.10	12.01	11.93	11.84	11.75	11.67	11.58	11.49	11.41	11.32	11.23	11.15	11.06	10.97	10.89	10.80
730	12.25	12.17	12.08	11.99	11.90	11.82	11.73	11.64	11.55	11.47	11.38	11.29	11.20	11.12	11·03	10.95
720	12.43	12.35	12.26	12.17	12.08	11.99	11.90	11.81	11.72	11.63	11.55	11.46	11.37	11.28	11.19	11.10
710	12.61	12.52	12.43	12.34	12.25	12.16	12.07	11.98	11.89	11.80	11.71	11.62	11.53	11.44	11.35	11.26
700	12.79	12.70	12.61	12.51	12.42	12.33	12.24	12.15	12.06	11.97	11.87	11.78	11.69	11.60	11.51	11.42
690	12·98	12.88	12.79	12.70	12·61	12.51	12.42	12.33	12.23	12.14	12.05	11 96	11.86	11.77	11.68	11.58
680	13.16	13.07	12.98	12.88	12.79	12.69	12.60	12.51	12.41	12.32	12.22	12.13	12.04	11.94	11.85	11.75
670	13.37	13.27	13.18	13.08	12.99	12.89	12.79	12.70	12.60	12.51	12.41	12.32	12.22	12.13	12.03	11.93

Tlak uzduha	Temperatura uzduha — Celsija.															
mm.	0°	—2°	—4°	—6°	—8°	—10°	—12°	—14°	—16°	—18°	—20°	—22°	—24°	—26°	—28°	—30°
780	10.25	10.18	10.10	10.02	9.95	9.87	9.80	9.72	9.65	9.57	9.50	9.42	9.35	9.27	9.20	9.12
770	10.38	10.30	10.22	10.15	10.08	10.00	9.92	9.85	9.77	9.70	9.62	9.54	9.47	9.39	9.32	9.24
760	10.51	10.43	10.36	10.28	10.20	10.13	10.05	9.97	9.90	9.82	9.74	9 67	9.59	9.51	9.44	9.36
750	10.65	10.57	10.49	10.42	10.34	10.26	10.18	10.10	10.03	9.95	9.87	9.79	9.71	9.64	9.56	9.48
740	10.80	10.72	10.64	10.56	10.48	10.40	10.32	10.25	10.17	10.09	10.01	9.93	9.85	9.77	9.69	9.61
730	10.95	10.87	10.79	10.71	10.63	10.55	10.47	10.38	10.30	10.22	10.14	10.06	9.98	9.90	9 82	9.74
720	11.10	11.02	10.94	10.86	10.78	10.70	10.61	10.53	10.45	10.37	10.29	10.21	10.12	10.04	9.96	9.88
710	11.26	11.18	11.10	11.02	10.93	10.85	10.77	10.68	10.60	10.52	10.44	10.35	10.27	10.19	10.10	10.02
700	11.42	11.34	11.25	11.17	11.08	11.00	10.92	10.83	10.75	10.66	10.58	10.50	10.41	10.33	10.24	10.16
690	11.58	11.50	11.41	11.33	11.24	11.16	11.07	10.99	10.90	10.82	10.73	10.65	10.56	10.48	10.39	10.31
680	11.75	11.66	11.58	11.49	11.41	11.32	11.23	11.15	11.06	10.98	10.89	10.80	10.72	10.63	10.55	10.46
670	11.93	11.84	11.75	11.67	11.58	11.49	11.40	11.31	11.23	11.14	11.05	10.96	10.87	10.79	10.70	10.61

V.

Voda u uzdušnom oceanu.

Odkuda je voda u uzduha. — Koliko je vode na Zemlji. — Vodena para u uzduhu. Vlaga uzduha. — Vodena para prema obujmu, u kojemu je. — Prostor sit pare. — Absolutna vlaga uzduha. — Relativna vlaga uzduha. — Mjerenje vlage u uzduhu. — Psihrometar. — Dnevna perioda uzdušne vlage. — Godišnja perioda vlage. — Vriednost vlage za život. — Rosa i mraz. — Pogadjanje mraza. — Oblaci i magla. — Prašina u uzduhu. — Kako postaju oblaci. — Kako se vrstaju oblaci. — Föhn. — Kiša, snieg i tuča (oborina). — Oborina u Zagrebu. — Oborine u Hrvatskoj i Slavoniji.

U prvomu smo članku spomenuli, da je jedna od glavnih sastavina naše atmosfere vodena para. Prava je sreća za nas žive stvorove na Zemlji, da je u njoj vode! Da je nema, da uzduh u svojemu krilu ne može da naslaže silne množine vodene pare, težko nama. Ne bi bilo ni rose, ni oblaka i sav bi bilinski sviet poginuo s nestašice vlage. Al i sunčane bi zrake još posvema drugačije palile i žegle na površini Zemlje, da nema u atmosferi vodene pare. Dvojaki nam je štit ta para. S jedne nas strane brani od prevelike žege od sunčanih zraka, a s druge strane ne da, da Zemlja odviše gubi svoju toplinu. Čim Sunce zadje, izbija Zemlja toplinu, što ju je preko dana primila, u hladni svemir. Da nema vodene pare, koja se slegne iz viših vrsta k Zemlji, pa ju pokrije kao meki pokrivač, brzo bi se izgubila sva toplina u svemir i nagla bi studen nahrupila svaku večer. Da toga ne bude, razprostrla se nad Zemljom vrsta nevidljive pare, pa ju pokrila preko noći, da ju čuva od ljute i nagle studeni.

Kad bi dakle htjeli biti posvema točni, ne bi ni smjeli govoriti o jednoj nego o dvjema atmosferama oko Zemlje: prva je ona stalna i nepromjenljiva smjesa kisika i dušika, a druga je vodena para. Nu drobnice su jedne i druge tako pomiešane, da se može govoriti i o jednoj atmosferi, kojoj je jedna od glavnih česti vodena para i voda. Njoj su namienjeni redci ovoga članka.

Odkuda vodena para u uzduhu?

Kugla, na koju nas je prikovala sila privlačivosti, ima promjer od 12.742 kilometra. To je kugla, koja ima obujam od jednog bilijuna kubičnih kilometara (1,,083.000,000.000). Težka je prema tomu.

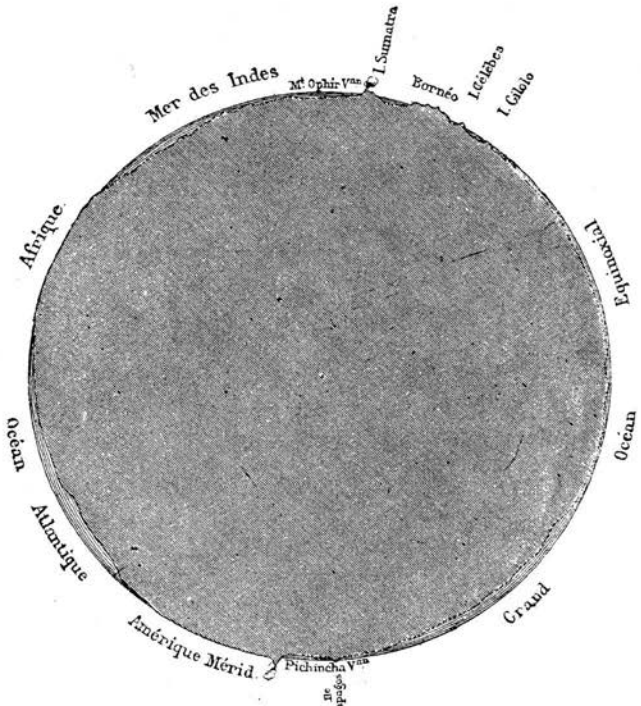
Uzduh oko Zemlje težak je nekih $5^1/_2$ trilijona kilograma. Zemlja, da je sva od vode, bila bi težka 1 kvadrilijon kilograma od priłike; nu kako je materija Zemlje $5^1/_2$ puta teža od vode, bit će zemaljska kugla zaista težka nekih 6 kvadrilijona kilograma, a to će reći, da je cieli uzduh naš jedva jedna milijuntina od težine sveukupne kugle zemaljske.

Uz uzduh najviše vriedi životu na Zemlji voda. Srednja je dubljina oceanâ oko 4 kilometra; prema tomu zapremaju oceani od prilike $3^1/_2$ trilijona kubičnih metara, pa bi sve rieke svieta trebale 40 hiljada godina, da napune oceane, kad bi se izsušili! Kad bi se sva ta voda složila u jednu ogromnu i okruglu kap, bila bi to kugla s promjerom od 240 kilometara. Da je površina Zemlje posvema gladka i ravna, voda bi ju ta pokrivala 200 metara visoko, i vagala bi nekih 3289 trilijona kilograma. Dakle je voda od prilike tisuću sedam sto i osamdeset i šesti dio od težine ciele Zemlje.

Uzmemo li na um, da je najveća dubljina oceana 10 kilometara, a najveća visina uzdušnoga oceana, do koje seže život, takodjer oko 10 kilometara (kondor leti preko 9 kilometara visoko), izlazi, da je cieli život zemaljski stegnut na vrstu, debelu jedva 20 kilometara. Ovaj je pojas života veoma sitan spram ciele debljine zemaljske kugle; koliko je sitan, pokazuje ovdje priloženi prorez (sl. 53.) Zemlje kroz ekvator. U slici se tek veliki oceani iztiču kao male udubine u zemaljsku koru, akoprem su sve krivulje 50 puta veće, nego što bi smjele biti prema pravom omjeru, a kopna jedva da se nešto uzpinju. Značenje je rieči oko francuzke slike: Mer des Indes = indijski ocean; Grand Océan Equinoxial = tihi ili veliki ocean; Amérique Méridionale = južna Amerika; Océan Atlantique = atlantski ocean. Osim toga su iztaknuti nekoji otoci i vulkani (V^{an}), koje će svatko na karti lako naći. Kora zemaljska je gotovo podpuna kružnica;

kopna i otoci vire tek iz oceana kao visoravni ili vrhunci bregova iz mora. Atmosfera do visine od 10 kilometara bila bi kružnica oko ovoga proreza Zemlje, udaljena od ove jedva za 2 milimetra!

Ta voda pokriva više nego tri četvrti od površine zemaljske u svom običnom stanju kao tekućina. Nu kao da joj nije ni to dosta: kao led seže u najviše visine, gdje je vječna tišina, a kao uzdušnina ona je u uzduhu glavni gospodar, jer o vodenoj pari



Sl. 53. Sjekotina Zemlje kroz ekvator.

u uzduhu visi život na kori zemaljskoj, od nje dolazi plodnost ili neplodnost, od nje izmjena liepih i ružnih dana.

Voda zemaljska nigda nije na miru u svojim velikim reservoirima. Žarko Sunce neprestano ju grije, voda struji od dna oceana na površinu, tu izhlapljuje kod svake temperature, uzdušne struje ju dižu osovno u vis, kao nevidjena para plovi po cielom uzdušnom oceanu, skupi se u oblake, izlije se po kontinentima kao

blaga kiša, gubi se u tlo, da opet izadje kao vrelo i potočić, pa da se kao velika rieka ponovno izlije u ocean, iz kojega je pošla na svoj veliki put. Ne će biti na odmet, ako pratimo vodu na tom putu.

1. Vodena para. Vlaga uzduha.

Kraj toliko vode na Zemlji, kraj neprestanog hlapa njezinoga, je li čudo, da je u našem uzduhu uviek vodene pare? Je li čudo' da je ta vodena para jedan od prvih faktora, koji odredjuju ono, što mi zovemo podneblje (klima) i vrieme? Nu jer je prozračna, kao i uzduh, mi je obično ne vidimo. Tek kad se pretvori natrag u tekućinu ili čvrsto tielo, oko ju naše opet razpoznaje. To su oblaci magle, kiše, snieg, led, tuča. Ovaj čas nam je na umu samo vodena para u uzduhu, koja u prvom redu utječe na gibanja u atmosferi, te njoj posvećujemo ove redke.

Pomislimo si kocku limenu, koja je visoka, dugačka i široka baš jedan metar. To je kubični metar. U nju možemo utjerati uzduha, koliko nas volja: što više utjeramo uzduha, tim je gušći u kocki i tim je veći tlak, kojim tlači sve strane kocke, ali inače uzduh ostaje uzduh. Sasma druge ćemo pojave vidjeti, ako u tu limenu kocku stanemo utjerivati vodenu paru. Recimo, da je temperatura kocke 20° C. i mi u nju tiskamo vodenu paru. Iz početka će i ovdje gustoća pare rasti i para će sve jače tlačiti strane kocke. Naskoro će se stvar promieniti u velike. Kad smo naime u kocku uveli neku odredjenu množinu pare, prema temperaturi kocke, prestaje daljnje sgušćivanje pare, makar koliko je tiskao u kocku, a i tlak na strane posude ne postaje ništa veći. Sva para, što smo ju utisnuli preko one odredjene mjere u kocku, pretvorila se s mjesta u vodu, a tlak pare ostao je svedjer isti. Neka nam još primjer ovu u meteorologiji toli važnu istinu razjasni. Po točnim pokusima francuzkog fizičara Regnaulta može da primi kocka od jednoga kubičnoga metra, ako joj je temperatura 40° C., ravno 55 grama vodene pare. Ulazi li u taj kubični metar više pare, pretvara se sva s mjesta u vodu, kondenzira se, a na strane kocke tlači samo onih 55 grama. Ista kocka prima, ako joj je temperatura 20° C., najviše samo 17 grama vodene pare; kod temperature od 25° C. opet najviše 24 grama, a kod temperature od 13° C. najviše 11 grama. U tom slučaju, kad je u odredjenom prostoru — bilo u njem uz paru i uzduha ili ne —

najveća množina vodene pare, što ju prostor ili uzduh u njemu može da primi kod one svoje temperature, vele fizičari, da je onaj prostor ili onaj uzduh u njemu — sit pare ili nasićen parom, a tlak, kojim ta para tlači sve strane posude, zovu najvećim tlakom pare ili maksimum tlaka za onu temperaturu.

Ugrijemo li svoju kocku od kubičnoga metra samo za nekoliko stupanja, pokazat će nam se opet gladna, ili ako hoćemo, žedna vodene pare. Uvodimo li sada u nju još vodene pare, ne će se pretvarati u vodu, kocka će ju donekle primati: u istom je obujmu sada mjesta za nešto više pare, a tim će dakako porasti i tlak te pare na sve strane kocke. Evo opet primjera. Naša kocka može da primi kod temperature od 20° C. najviše 17 grama pare, sve što uvodimo više, pretvara se s mjesta u vodu. Nu ugrijmo sada kocku samo za 5° C, dakle od 20° C. na 25° C., pak ćemo moći u toj kocki smjestiti već 24 grama vodene pare i kocka je tek sada sita pare. Dakle izlazi zakon za sve pojave u uzduhu: Raste li temperatura prostora, raste i množina pare, što ju taj prostor može da primi, a prema tomu raste i tlak te pare na sve strane prostora.

Ugrijemo li n. pr. predjašnji kubični metar, koji je kod 40° C. mogao da primi najviše 55 grama vodene pare, od 40° C. do 50° C., naći će u njemu mjesta već 92 grama pare.

Obrnimo sada pokus s našom kockom. Neka joj je temperatura 50° C. i u njoj je 92 grama pare; kocka je dakle sita pare. Snizimo joj sada, n. pr. hladnom vodom, temperaturu na 40° C.! Vidoci smo sasma novomu, veoma zanimljivomu pojavu: u kocki ne ostaje svih 92 grama vodene pare; jedan se dio pare u njoj sam od sebe pretvara u vodu i curi niz strane kocke. U njoj ostaje samo toliko pare, koliko je može da ima kod niže temperature od 40° C., a to je 55 grama. Cieli suvišak od 37 grama kondenzirao se je! Evo opet zakona:

Pada li temperatura prostoru, umanjuje se i množina pare, što ju može da primi, a prema tomu i tlak na strane. Suvišak se pare obara kao tekućina na strane posude.

Nadjemo li prema tomu u kubičnom metru, toplom 20° C., samo 11 grama vodene pare, reći ćemo, da taj kubični metar još nije sit pare, jer on može da primi 17 grama pare najviše. Tek kad bi se ohladio na 13° C. bio bi s onih 11 grama pare baš sit; a kad bi ga išli još dalje hladiti, e onda u njem ne bi bilo mjesta niti za onih 11 grama, nego bi se nešto od toga pretvorilo u vodu.

Temperatura, kod koje je prostor baš sit od one pare, koja je u njemu onaj čas, zove se rosište, jer se kod te temperature baš počinje para obarati na strane posude kao rosa. U našem je kubičnom metru bilo 11 grama pare, dakle je rosište za tu množinu pare 13° C.

I naš uzduh, makar kolik bio, ima sasma točno odredjen obujam, i on dakle može da drži kod svake temperature samo neku odredjenu množinu vodene pare. Ako je u njemu baš toliko pare, koliko je može da primi ili popije uz svoju temperaturu, velimo i o njemu, da je sit pare, a za onu temperaturu velimo, da je rosište za tu množinu pare. A i pravo je tako. Jer pane li temperatura uzduha samo za koji stupanj, iz njega će se oboriti na tle nešto vodene pare u obliku rose.

Sad će nam biti jasno, da u našem uzduhu ne može da bude uviek ista množina vodene pare, pa i to, da voda iz oceana ne će moći uviek najednako izhlapljivati. Koliko će vode u odredjenom vremenu n. pr. za jedan sat izhlapiti, visit će u prvom redu o temperaturi uzduha nad vodom: što je topliji, to je žedniji vodene pare. Nu visit će i o tom, koliko već ima pare u uzduhu: ako je u njemu prema njegovoj temperaturi malo pare, hlapit će voda brže; bude li pako uzduh gotovo sit pare, hlapit će veoma sporo i malo, a ako je baš sit, ne će hlapiti ni malo. Brzina hlapljenja visi napokon i o gibanju uzduha — o vjetru. Da je nad vodom uzduh posvema miran, nasitio bi se dosta brzo vodenom parom i izhlapljivanje bi vode prestalo. Ako pako vjetar nosi uzduh, sit pare, a donosi suhi uzduh, hlapljenje će dakako i dalje teći.

Iz ovih činjenica jamačno za svakoga jasno izlazi, da u našem uzduhu mora da bude uviek vodene pare, gdjekada više, a drugda manje. U običnim prilikama ipak nema u njemu toliko pare, da bi je bio sit. Pače smijemo reći, da je ima gotovo uviek prilično manje. Po množini te vodene pare, koja je u njemu, odredjujemo ono, što se i u običnom govoru zove vlaga uzduha. Ako je u svakomu kubičnomu metru uzduha mnogo manje vodene pare, nego što bi je moglo biti kraj njegove temperararture, velimo: uzduh je suh; ima li je pako gotovo toliko, koliko je može da bude kraj one temperature, velimo: uzduh je vlažan.

Nauka to nešto točnije kaže. Množina pare, što je u svakom kubičnom metru uzduha (izražena n. pr. u gramima) zove se u nauci absolutna vlaga uzduha. N. pr.

Jedan kubični metar uzduha, ako je topao 20° C., može da drži 17 grama pare. Ima li u njemu zaista samo 8·5 grama pare, velimo, da mu je absolutna vlaga 8·5. Izporedimo li sada ovu absolutnu vlagu s najvećom množinom od 17 grama, koju može da primi taj kubični metar uzduha uz svoju temperaturu od 20° C., pa ga izrazimo u postotcima, reći ćemo, da je u njemu sada samo 50% vlage. Ovako dolazimo do broja, koji se u nauci zove relativna vlaga uzduha.

Osvjedočimo li se makar kakovim pouzdanim aparatom, da je relativna vlaga uzduha baš jednaka 100%, reći ćemo, da je uzduh sit pare, bude li ona broj blizu 100, uzduh je veoma vlažan, a pokaže li aparat broj izpod 50%, uzduh je suh, ili bolje, malo vlažan.

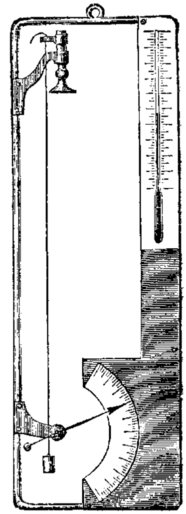
Prema tomu će biti svakomu jasno, da kubični metar uzduha, u kojemu je n. pr. 9 grama vodene pare, može da bude i veoma suh, i veoma vlažan, pače i sit pare. Ako je naime temperatura toga uzduha 27° C., kod koje može da bude u njemu baš 27 grama vodene pare, reći ćemo, da mu je relativna vlaga $= \frac{9}{27}$ t. j. 33% ili uzduh je suh; pokazuje li taj isti kubični metar uzduha temperaturu od 14° C., kod koje može da drži samo 12 grama pare, reći ćemo, da mu je relativna vlaga $= \frac{9}{12}$ t. j. 75% ili uzduh je sada veoma vlažan. Ima li napokon samo temperaturu od 10° C., kod koje može da drži baš ovih 9 grama pare, bit će mu relativna vlaga $= \frac{9}{9}$ t. j. 100° ili uzduh je sada sit pare. Sadje li mu temperatura još izpod 10° C., ne će više moći držati ni onih 9 grama para: nešto će se od njih pretvoriti u vodu ili kondenzirati.

Nada sve je nuždno i važno znati, koliko je vodene pare svagda u uzduhu, ta o vodi u uzduhu u prvom redu visi vrieme i podneblje (klima) i plodnost i neplodnost tla, pa po tom i blagostanje naroda. Nu eto neprilike: vodena se para ne vidi i ne osjeća, kao ni uzduh. Kako dakle da saznamo, koliko je ima kada u uzduhu?

Radi li se samo o tom, da saznamo, je li u uzduhu mnogo ili malo pare, još ćemo se lako pomoći. Ima dosta tvari, koje upijaju vlagu. Amo ide i vlas. Kad se napije vodene pare iz uzduha, pruži se nešto, a kad se osuši, opet se stisne.

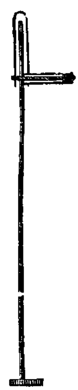
Na tom je temelju sagradio Saussure aparat, koji pokazuje bar donekle točno paru u uzduhu. Evo mu slike i opisa (sl. 54.). Da se vlas razteže i stiska, toga doduše ne vidiš prostim okom; nu ako na kraju vlasi smjestiš zgodno kazalo, duži će se krak njegov ipak

toliko pomicati izpred kruga, razdieljena na stupnje, da to vidi i prosto oko. Broj 100 zabilježen je, gdje se kazalo ustavi, kad je uzduh sit pare, a broj 0, gdje stoji, kad je vlas posvema suha. Aparat se zove higrometar (mjera vlage). Sviet puno zna kaludjere, kojima se kapuca spušta, kad je uzduh vlažan. Slika 55. pokazuje taj aparat i njegov princip. Na njemu je pričvršćena struna, koja se svršava na šarniru pomične kapuce. Vlaga ju uzduha steže i kapuca se diže više ili manje prema vlagi uzduha. Zovu se taki aparati higroskopi. Na meteorologijskim se postajama danas najviše upotrebljava savršeniji oblik Saussureovog aparata, a to je Koppeov higrometar, koji se vidi u našoj sl. 56. Kako mu je temelj isti, kao Saussureovom aparatu, ne treba mu posebnoga opisa.



Sl. 54. Higrometar po Saussure-u.

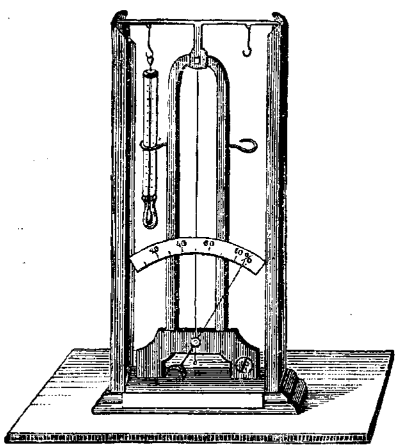
Nije ovdje mjesto, da opisujemo razne aparate, što ih upotrebljava meteorologija, da mjeri točno, koliko je vlage u uzduhu svaki čas. Nu jedan je od tih aparata toliko vriedan, da ćemo ga ovdje iztaknuti. Zove se psihrometar (od grč. rieči: psychros = hladan i metrein = mjeri). Izumio ga je Leslie, a popravio ga August. Sastavljen je od dvaju sasma jednakih termometara, koji su uporedo na stalku (sl. 57.). Kuglica je jednoga omotana tkaninom, koja lako upija vodu, što ju vuku konci iz čašice pod njim. Radi toga je taj termometar uviek mokar i voda na njegovoj kuglici izhlapljuje u uzduh, a tim se troši toplina, koju si voda uzimlje iz termometrove kuglice. Mokri termometar pokazuje dakle nižu temperaturu, nego suhi, i to tim nižu, čim brže izhlapljuje voda na njegovoj kuglici. Ta opet izhlapljuje tim brže, čim je manje pare u uzduhu, čim je suši uzduh. Razlika obih termometara tim je veća po tom, čim je suši uzduh, pa po toj razlici možemo odrediti veoma točno vlagu



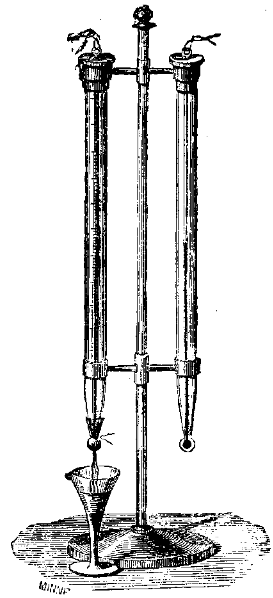


Sl. 55. Higroskop.

uzduha u svakom času. Kako se na ovom aparatu odredjuje vlaga po razlici izmedju temperature suhoga i mokroga termometra nada sve je važno, da suhi termometar pokazuje pravu temperaturu uzduha. Ovdje dakle još više treba, do budu oba termometra zgodno namještena u uzduhu, kako bi saznali pravu temperaturu njegovu. Mnogo su o tom stručnjaci razpravljali, dok napokon prije nekoliko godina ne rieši pitanje najbolje Assmann sagradivši svoj psihrometar sa strujanjem (Aspirations-Psychrometer), koji pokazujemo i našim čitateljima u sl. 58. Assmann je smjestio svaki termometar



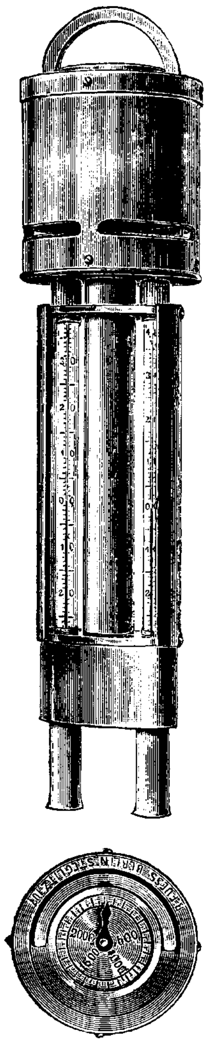
Sl. 56. Koppeov higrometar.



Sl. 57. Psihrometar.

u cilindričnu, sjajno poliranu ciev s dvostrukom stienom. Na gornjemu je kraju te cievi posuda, u kojoj posebna ura tjera aspirator, koji neprestano siše uzduh, koji radi toga u stalnoj struji teče iz dolnjih otvorenih cievi kraj obih kuglica termometara u srednju ciev i odovuda na gornjoj strani iz aspiratora izlazi. Taj uzduh u stalnoj struji prolazi kraj termometara. Sve ako je aparat u punom suncu, pa izvanja ciev ima temperaturu za nekoliko stupanja višu, pokazalo se, da temperatura, što ju pokazuju termometri u cievi niti za $\frac{1}{10}$ stupnja nije različna od prave temperature uzduha. Radi se samo o tom, da aspirator siše uzduh brzinom od bar 2·3

metra u sekundi. Pokusi zaista pokazaše, da ovaj aparat u sjeni i u suncu pokazuje istu temperaturu uzduha.



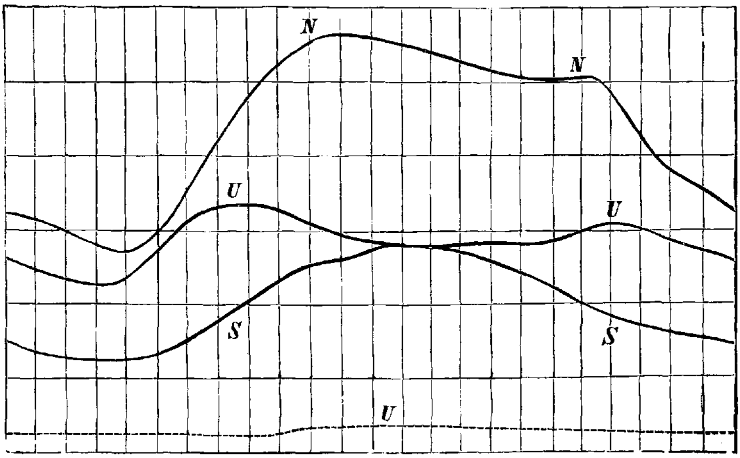
Sl. 58. Assmannov psihrometar.

Psihrometar je iznio zanimljivih stvari o vodenoj pari u našem uzduhu.

Voda na Zemlji izhlapljuje uviek. Tim se hrani uzduh vodenom parom ili vlagom. Na pučini je morskoj uzduh sit pare; na kopnima se vrlo mienja prema mjestu. U Cumani (južna Amerika, 10^0 stup. sjev.) izhlapljuje svake godine vrsta vode od 3·52 metra. Na Madeiri dva metra; u Parizu jedva 90 centimetara. Kako se penjemo u hladnije krajeve, tako je manje i izhlapljivanje vode. Kad bi uzeli da poprieko svagdje na Zemlji izhlapi u godini dana vrsta od jednoga metra vode, bila bi množina vode, što ju na cieloj Zemlji digne preko godine u uzduh toplina sunčana ništa manja nego 510 milijarda kubičnih metara ili 510 milijuna kilograma!

Kako smo već prije našli za temperaturu, tako se je našlo i za vlagu, da se na svakom mjestu Zemlje mienja preko dana t. j. da ima dnevna perioda vlage. Priložena slika 59. pokazuje promjenu vlage za čitavoga dana u mjesecu srpnju u Sitki (S) na zapadnoj obali sjeverne Amerike i Upsali (U) u Švedskoj. Pogledajmo ju iz bližega. U Sitki je u uzduhu najmanje vodene pare u 4 sata u jutro: jedan kubični metar ima jedva $8^1/_4$ grama pare ili što je isto, vodena para uzduha tlači na živu toliko, da bi držala stupčić žive, visok $8^1/_4$ milimetra. Do podne raste množina pare i najviše je ima izmedju 1 i 2 sata poslije podne. Poslije podne sve manje ima pare u uzduhu i to padanje traje cielu noć do 4 sata u jutro. Kao u Sitki, tako se mienja vodena para preko dana i u drugim mjestima kraj mora. Sasma se drugačije mienja množina pare u mjestima duboko na kopnu, kako to i pokazuje naša slika za Upsalu. I tu je najmanje

vodene pare u jutro rano, od prilike kad izlazi Sunce i kad je temperatura uzduha najniža. Raste množina pare od prilike do 7 ili 8 sati u jutro, opet pada nešto malo do 2 sata po podne, da ponovno raste do 8 sati na večer. Sada tek počinje opet padati tečajem ciele noći. Treća crta pokazuje množinu pare u Nerčinsku (N) u jugoiztočnoj Sibiriji. I tu je najviše vodene pare oko 11 sati do podne (12·6 gr. u kubičnom metru). Po podne polako pada, ali opet nešto raste pod večer do 7½ sati. Tek onda pada cielu noć. U Bataviji, koja je 6° izpod ekvatora, dakle u tropskom kraju, je najmanje pare oko 6 sati u jutro (19·7 grama u kub. metru), naraste do 20·8 gr. oko 9 sati u jutro, pada opet na 20·5



Sl. 59. Dnevna perioda vlage u Sitki, Upsali i Nerčinsku.

grama do 11 sati do podne, raste do 21·2 grama oko 7 sati na večer i pada sada sveudilj cielu noć do 6 sati u jutro. Razmatranje ove slike daje nam dakle već ove obćene zakone o množini vodene pare u uzduhu:

1) Na moru, na obalama i u veoma vlažnim zemljama bit će najveća množina pare, dakle i njezin najveći tlak u doba največe temperature. Množina pare raste čitavo do podne, poslije podneva je ima najviše i tako ostaje od 1 do 3 sata po podne. Po podne i cielu noć pada množina pare.

2) Na kopnu pako pokazuje množina pare preko dana d v a maksima, jedno do podne, a drugo po podne. Množina pare raste

*

od zore do 8 ili 9 sati u jutro, pada do 2 sata po podne, raste opet do 9 sati na večer i pada onda cielu noć do zore.

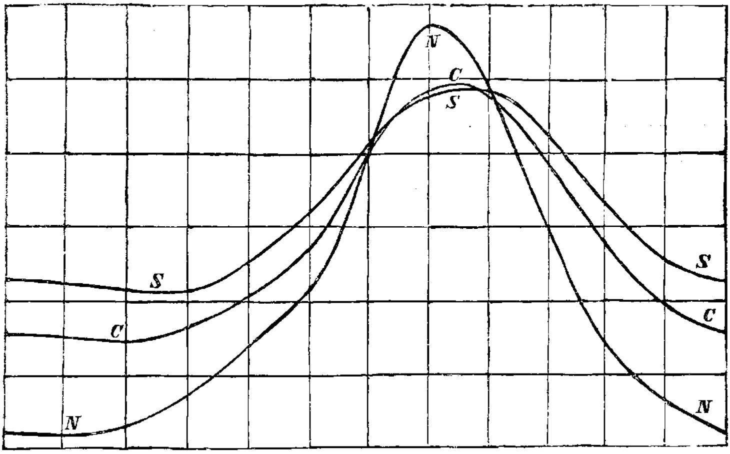
Uzrok ovomu čudnomu pojavu nalazimo u jur spomenutoj uzdušnoj struji, koja se diže u vis radi grijanja uzduha tečajem dana. Na površini se Zemlje ne ugriju jednako sve čestice uzduha. Toplije se dižu u vis, a na njihovo se mjesto spuštaju druge hladnije. Struja u vis ponese sobom vodenu paru i tako otme nižim vrstama nešto njihove vodene pare, koja bi im inače ostala. Uzdušne struje, što teku dolje, imaju pako malo vodene pare, pa zato čine, da je na dnu uzduha manje vodene pare. Struja u vis najjača je nešto iza podneva, kad je toplina najveća. Pod večer jenjava i napokon prestane sasma. Radi toga se i pare više ne dižu tako jako u vis, nego ostaju u najnižoj vrsti, pa ju po malo nasite parom. Dalje ohladjivanje noćno sili jedan dio tih para, da se kao rosa izluče iz uzduha i slegnu na Zemlju, a radi toga je dakako u uzduhu sve manje pare i njezin tlak pada.

Na obalama pako, gdje se uzduh preko dana ne grije tako jako, kao na kopnu, nije ni uzdušna struja u vis tako jaka, da bi mogla sobom nositi u vis poslie podneva mnogo pare, a ujedno i more brzo nadomješta odnesenu paru. Kuda ode suvišak vodene pare, koji se na obalama do časa najveće topline dnevne razvio, tečajem popoldneva i na večer, to se još pravo ne zna.

U zimskim se mjesecima u nas temperatura tečajem dana slabo mienja. Radi toga je zimi u našem uzduhu gotovo cieli dan ista množina vodene pare, kako to pokazuje za Upsalu naša slika izcrtanom crtom na dnu, koja vriedi za mjesec siečanj.

I po godišnjim se dobama zanimljivo mienja množina vodene pare u uzduhu. Veoma je slična godišnjoj periodi temperature. Priložena slika 60. to liepo kazuje za 3 mjesta: Skudesnäs (S) na zapadnoj obali Norvežke, Kristianiju (C) i Nerčinsk (N). Najmanje je vodene pare u zimskim mjesecima, a najviše u srpnju ili kolovozu. Na obali su godišnje promjene najmanje, a u sred kopna najveće (N); manje u tropskim krajevima, a veće u umjerenom pojasu, baš kako smo našli i za godišnje promjene temperature. Na Norvežkoj obali obuhvaća godišnja promjena 5 do 6 grama po kubičnom metru (S), u Sibiriji 9 do 11 grama (N), a u Bataviji samo 2 do 3 grama. Daleko se u vis vodene pare baš ne dižu. Preko 6.500 metara odlazi jedva jedna desetina sveukupne pare uzdušne.

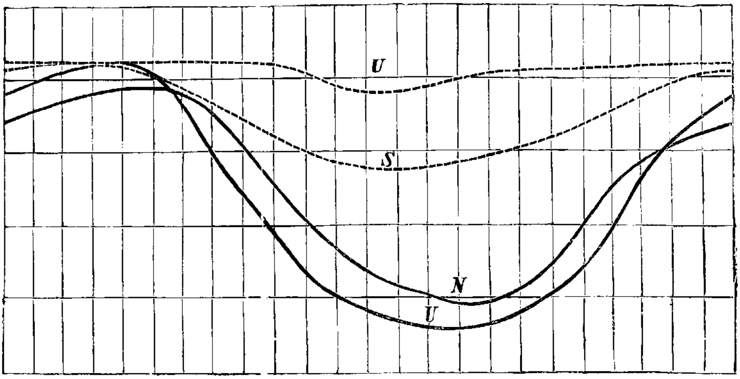
Za život na Zemlji nije baš tako važno, koliko je vodene pare u svakom kubičnom metru uzduha. Jer kad rečeš: u kubičnom metru uzduha ima sada 9 grama vodene pare ili: njezin je tlak sada 9 milimetara, tim još nisi iztaknuo pravu vriednost te pare za život. Prava joj se vriednost očituje tek u relativnoj vlagi. Ako je n. pr. uz onih 9 grama temperatura uzduha 10° C., on je sit pare i uzduh je veoma vlažan; nu ako mu je uz onih 9 grama pare temperatura 24° C., uzduh je veoma suh i sada s istom množinom pare utječe posvema drugačije na vegetaciju i život. Osobitu pomnju posvetiše radi toga pitanju, kako se mienja preko dana i godine relativna vlaga uzduha.



Sl. 60. Godišnja perioda vlage u Skudesnäsu, Kristianiji i Nerčinsku.

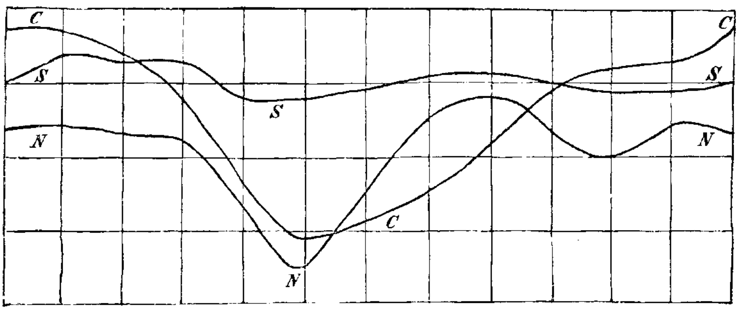
Evo i za ove promjene nekoliko primjera. Slika 61. pokazuje, kako se preko dana u srpnju mienja relativna množina vlage u Upsali (U), Sitki (S) i Nerčinsku (N). Pogledaš li ih dobro, odkrivaš s mjesta da se mienja svagdje na zemlji najednako, samo je veličina promjene različita. Vidiš na slici, da je relativna vlaga najveća u jutro, najmanja po podne, a u noć opet raste. Gornja crta u našoj slici kazuje dnevnu promjenu Upsale u siečnju. Izporedimo li ovu promjenu s dnevnom promjenom temperature uzduha, izlazi odmah zakon: relativna je vlaga najveća, kad je temperatura najmanja i obratno. U siečnju se malo mienja preko dana, jer se temperatura malo mienja, u srpnju se jače mienja, jer

se i temperatura više preko dana mienja. Na kopnu je promjena veća (u Upsali 36%) nego na moru (Sitka ima samo za 14% promjene). U Bataviji na ekvatoru je relativna vlaga najveća u 6 sati u jutro (93%), najmanja u $12^1/_2$ sati o podne (69%).



Sl. 61. Dnevna perioda relativne vlage u Upsali, Sitki i Nerčinsku za srpanj.

Ni tečajem godine se ne mienja relativna vlaga jednako. Pokazuje te promjene slika 62. za Skudesnäs (S), Kristianiju (C), Nerčinsk (N). Vidiš na njoj, kako je u Norvežkoj relativna vlaga



Sl. 62. Godišnja perioda relativne vlage za Skudesnäs, Kristianiju i Nerčinsk.

najveća u studenomu, a najmanja u svibnju. U Kristianiji je razlika 28%, a Skudesnäsu samo 6%; dakle se na obali puno manje mienja, nego na kopnu. U Nerčinsku je najveća u kolovozu radi kiše, što dolazi od tihog oceana, a razlika je izmedju najveće

i najmanje 23%. U Bataviji je najmanja u rujnu (79%), a najveća u veljači (88%); dakle je razlika (amplituda) samo 9%.

Ova nevidljiva vodena para u našoj atmosferi, koja nam se ne očituje nego po veoma umjetnim aparatima za njezino mjerenje, daje ipak svakomu kraju Zemlje pravu njegovu vriednost i lice. Od nje potiče bujna zelen američkih prairija, azurno nebo nad sredozemnim morem, bujna vegetacija tropskih krajeva. Nada sve nas ipak zanima utjecanje relativne vlage na čovjeka. Po Pettenkoferu i Voitu izdaje izrasao čovjek na dan 900 grama vode iz pluće i kože; od toga $^6/_{10}$ naime 540 grama izdaje koža. Ako se relativna vlaga u uzduhu mienja samo za 1%, već se to osjeća na izhlapljivanju naše kože. Umanji li se izhlapljivanje vode na kožu i pluću radi veće vlage uzduha, povećaju se odmah izmetine (sekrecije) čovječjega tiela. Zato ćeš razumjeti, da će bolestno tielo veoma jako osjećati nagle i velike promjene u relativnoj vlagi uzduha. Najprije se očituju u većem tlaku krvi, pa zato u Švicarskoj i Tirolu, kad zapuše od jednom topli i suhi vjetar „Föhn“ mnoge ljude jako zaboli glava.

Čim više vodene pare treba uzduhu, da se nasiti njom, tim će jače izhlapljivati voda iz naše pluće i kože, tim će jače čovjek osjećati, da je žedan. Čim veća žedja, tim manja relativna vlaga u uzduhu. To je uzrok velikoj žedji u pustinjama, u tropskim krajevina, a i kod nas, kad su dani veoma vrući. Nu putnici na sjeverni pol nam mnogo pripoviedaju o strašnoj žedji i u vlažnim polarnim krajevima. Odkuda ta? I to ćemo razumjeti, ako se sjetimo, da uviek udišu leden uzduh, koji u obće u sebi ima veoma malo vodene pare; izdišu pako topao uzduh, koji je gotovo sit vodene pare, a taj topli uzduh drži mnogo više pare u sebi. Čim je veća razlika u temperaturi, tim više trošimo vodene pare, tim jače osjećamo, da smo žedni. U suhim krajevima je u čovječjoj krvi nešto manje vode; taj manjak podražuje živčani sustav i on radi lakše i više; posljedice su uzrujanost i bezsanica. To osjećaju i zdravi ljudi, kad se dosele u suho podneblje ili u veliku visinu: obično su s početka nemirni. U visini je i tlak uzduha manji, pa i to pospješuje izhlapljivanje našega tiela, baš kao da živimo u suhom podneblju. Sve se mnogo brže suši, pa i marše, koje je parnulo, suši se kao mumija, a da ne trune (u dolnjem Engadinu već jedu meso, koje se sušilo na uzduhu); znoj izhlapljuje brzo, koža je suha i krhka, žedju osjećamo jače. Preselimo li se u kraj, gdje je uzduh vlažan (u Hrvatskoj dolnja Posavina) i tlak uzduha velik, osjećat će to tielo

veoma jako: živčani sustav slabije radi, spavaš kao zaklan, izlučuješ iz tiela više ugljične kiseline, krv polako teče. Dok se uz suhi uzduh voda na cielom tielu brzo izhlapljuje i tielo uz to ostaje hladno, pa i u velikoj vrućini može da radi prilično mnogo, leži vlažni, sparni uzduh, koje ne da tielu, da izhlapljuje svoju vodu, kao mòra na čovjeku i u čovjeku nema volje ni za kakov rad. U suhom uzduhu podnosimo i veliku vrućinu dosta lako; nu ako je uz topao vjetar uzduh suh, osjeća to tielo veoma težko. W. Lichtenstein pripovieda negdje o svom putu u južni Karzao, da su si njegovi pratioci, urodjenici, zamatali lice u rubce, kad bi došao vjetar poput našega juga, samo da ne osjete toliko žar suhoga vjetra. U takoj suhoj klimi pucaju usnice i nokti, pa zato si stanovnici južne Afrike namažu tielo maslacem, da si čuvaju kožu. Vanredno velika vlaga uzduha uz visoku temperaturu (n. pr. u doba kišâ u tropskim krajevima) posvema ubije tielo i učini ga nesposobnim za svaki rad. R. Garbe veli, da se u Indiji čovjek za suhoga doba godine prži, a za vlažnoga kuha. Evropejac izgubi u to doba posvema snagu volje: ne može ni da piše svoga dnevnika, pače ni čitati ne može!

Prema različitoj relativnoj vlagi ljudi različito mogu podnositi nagle i velike promjene temperature. Ljudima u pustinjama i suhim krajevima ne će biti zla, ako se temperatura naglo i za mnogo promieni, dok bi ih takova promjena u vlažnom kraju ubila. W. Thomson pripovieda sa svoga puta u zemlju Massai u iztočnoj južnoj Africi, da mu nije bilo ni malo težko podnieti veliku promjenu temperature od jutra, kad je mraz pao na travu, do po podne, kad je bila temperatura uzduha 32° C.; baš mu je bilo čudo kad je gledao, kako crnci goli spavaju kod 0° C. pod vedrim nebom, a da se ni komadićem krpe ne pokriju. Koli je drugačije u doba kiše u tropskom kraju, gdje ne može da ostane suha nikakva stvar, gdje se para obara na zidove u sobama, pa po njima voda curi, kao znoj po čitavom tielu, čim se čovjek samo gane; gdje čizme i haljine hvataju pliesan i trunu, gdje sve, što je od željeza, za čas zardja, gdje cievi na puškama ne možeš očistiti, ma da ih uviek čistiš, gdje vlaga udje čak u zaliepljene kutije konserva, pa ih pokvari. U to za Evropljanina užasno doba stanemo se odmah tresti od zime, čim dune lahak dašak vjetra. Crnci u Senegambiji i na Kongu spavaju u to doba na izdubenim klupama od pečene zemlje, pa ih pod večer ugriju i zamotaju se u gunjeve!

Relativna vlaga uzduha utječe pače na temperamenat i na značaj ljudi! G. Nachtigall je n. pr. opazio, da su crnci u suhoj Sahari doduše mršavi, ali elastični i uztrajni u radu, dočim su crni susjedi njihovi u sudanskoj dolini Thadse, koja je veoma vlažna, dobro ugojeni i tromiji. Oni su umjereni, ovi uživaju u dobrom jelu.

Koliko utječe vodena para na običaje ljudi, pokazao je liepo E. Desor za sjevernu Ameriku, koju je izporedio s Evropom, koja je na drugoj strani atlantika. Makar da je srednja godišnja temperatura kojega mjesta u sjevernoj Americi gotovo jednaka kojoj evropskoj, makar da su i godišnje temperature jednake, pokazuje se izmedju mjesta na iztočnoj obali sjeverne Amerike i mjesta na zapadnoj obali Evrope dosta velika razlika. To s mjesta opaze doseljenici iz Evrope, pa moraju prema tomu mienjati svoje običaje. Rublje se brže suši; kruh se za par dana ne može jesti, jer je presuh. Žetve su Americi mnogo sigurnije nego u Evropi. Tamo možemo useliti u novu kuću, a da ne čekamo, dok se osuše zidovi; stolarima je drvo za pokućtvo velika kubura: što je u Evropi dosta suho, u Americi se u brzo kida i puca. Iz svega izlazi da je u uzduhu tamo relativno mnogo manje pare, nego u Evropi na zapadnoj obali. Nu statistika pokazuje, da tamo ne pane u godinu dana ništa manje kiše, nego u Evropi, da je tamo toliko kišovitih dana, kao i u Evropi. Odkuda te razlike? Kad je tamo liepo vrieme, mora da je u uzduhu mnogo manje vodene pare nego u Evropi n. pr. u Englezkoj i zapadnoj Evropi, gdje je uzduh i za liepoga vremena malo ne sit vodene pare. Čim prestane kiša i drugi vjetar donese liepo vrieme, higrometar s mjesta jako pada: uzduh je relativno veoma suh. I uzroku se je lako dovinuti. Glavni je vjetar tamo i u Evropi jugo-zapad. Ondje on dolazi na iztočnu obalu Amerike preko kopna i visokih gora, gdje je izgubio mnogo od svoje pare, pa im radi toga riedko kada donese kišu. U Evropi jugo-zapad dolazi ravno s atlantika, pun vlage, jer se je napio vodene pare ticanjem površine oceanove; jugo-zapad u nas nosi kišu. Čudno je kako ova klimatička razlika utječe na stanovnike sjeverne Amerike. Riedko ćemo tamo naći čovjeka gojna. Sve je tamo mršavo i dugih vratova. Evropljani tamo omršave, a Amerikanci se u Evropi ugoje. Kad Evropljanin pristane u New-Yorku, Bostonu ili Baltimoru, udarit će u oči neobična, gotovo grozničava žurba ljudi. Svakomu se žuri; sviet gotovo više leti, nego što hoda. I u englezkim velikim gradovima vidiš sličnu žurbu, al ćeš odmah opaziti, da je promišljena

žurba hladnoga inače Engleza, dok je u amerikanskoga Yankeja prirodna, instinktivna nestrpljivost. Amerikanac jedva da si priušti vremena, da nešto pojede, i onda, kada nema nikakova posla. Makar da je na oko hladan i miran, Amerikanac se lakše razdraži od Evropljanina i nada sve je osjetljiv. Nervoznost i histerija su narodne bolesti. Ne bi bilo na odmet, kad bi kao u ovom primjeru, izpitivali veliko utjecanje relativne vlage uzduha na karakter drugih naroda, pače i na grane jednoga naroda, ako obitava u dosta različnim krajevima po relativnoj vlagi uzduha. Dobar bi objekt za to bio baš hrvatski narod radi osobitoga geografskoga položaja zemalja, u kojima obitava.

2. Rosa i mraz.

Nevidljiva vodena para u uzduhu otimlje se tjelesnomu oku našemu samo tako dugo, dok se uzduh, u kojemu je, ne ohladi odviše. U večer, kad se Sunce spušta k zapadu, uzduh se ohladjuje i radi toga može, da upija sve manje pare. Dok je po danu bio toliko topao, da ga para, što je u njemu, ni s daleka nije mogla nasititi, pod večer će postajati sve puniji pare. Ako se još dalje ohladi, bit će napokon sit pare i temperatura je njegova pala do rosišta. Što onda, ako se tečajem noći uzduh još dalje ohladi, pa ne može da u svom krilu svu paru spremi, koja je u njemu? U takim prilikama se javljaju drugi pojavi, kojima se sada obraćamo.

Jedan dio vodene pare mora da se izluči iz uzduha u makar kojem obliku, što ga može da ima voda. Ako se je uzduh sam ohladio izpod rosišta, postaje neprozračan i mi vidimo izlučenu vodenu paru kao m a g l u. Ako se je pako koje čvrsto tielo na zemlji tako jako ohladilo, sgusne se vodena para iz uzduha na njegovoj površini i pred nama je dobro poznati pojav r o s e. Rosa dakle ne pada s neba, kako sviet još danas često misli; rosa nije ni u kakvoj svezi s kišom: ona se tvori baš na onom tielu, na kojemu ju vidimo. Iz najbližega sloja uzduha, koji se baš dotiče hladnoga tiela, izlučuje se rosa najprije, kao male vodene kuglice, koje se kasnije povećaju i stapaju u velike kapi.

Metnemo u mirnoj i vedroj noći u otvoreni uzduh nešto trave, konaca ili tkanine, moći ćemo naskoro termometrom pokazati, da su ta tjelesa hladnija od uzduha oko njih: razlika zna doseći 7 i 8 stupanja izpod temperature uzduha. Na mjestima, kuda ne dopiru

sunčane zrake, a nad njima je otvoreno nebo, ta se razlika počinje osjećati već oko 4 sata po podne t. j. od časa, kada temperatura dana počinje padati; u jutro se ona osjeća još nekoliko sati poslije izhoda Sunca. Uzrok je tomu noćno izbijanje topline iz tjelesa. Kad nema zapreke, svako tielo izbija svoju toplinu u svemir i po malo se u njem gubi. Prozračni uzduh ne može da se dosta opre tomu gubljenju topline. Zastor oblaka, drveni zastor, ili od tkanine, papira, pače i sloj dima dosta je, da se opre tomu gubitku topline. U posljednjim je godinama osobito Englez Aitken proučavao pojav rose i mraza, pa je mimo ino pokazao i to, da dobar dio rose potječe od pare, što izhlapljuje iz tjelesa i iz zemlje; a nešto i od izdisanja bilina.

Vodena para izlučit će se kao rosa samo onda, ako je rosište t. j. temperatura, kod koje je uzduh sit pare, iznad ništice. Bude li ona izpod ništice, razumiješ lako, da iz uzduha izlučena para ne može da bude voda, nego mora da se izluči u obliku sitnih kristala leda, a te poznajemo uz zloglasno ime m r a z a, koji u našim krajevima u proljeću i jeseni zna toliko škoditi vegetaciji.

Rosa su i mraz dakle isti pojav: što pospješuje jedan od njih, pospješuje i drugi. Obilna će rosa pasti samo onda, ako se najniže vrste uzduha mogu jako ohladiti, a uz to je u njima dosta pare. Jako će se ohladiti, ako površina Zemlje preko noći jako izbija svoju toplinu u svemir, a tomu opet treba, da je nebo vedro a tlo pokriveno nečim, što u velikoj mjeri žarenjem gubi svoju toplinu n. pr. tratina. Sjajna tjelesa, koja slabo izbijaju svoju toplinu, ne će se noću ni ohladiti toliko, koliko treba, zato se njih i ne hvata rado rosa. Oba uvjeta za obilnu rosu izpunjena su osobito u tropskim krajevima. Tamo površina Zemlje zaista noću jako izbija toplinu radi bujne vegetacije, a u uzduhu je mnogo pare. Tamo i pada tako obilna rosa, da bi ju mogao zamieniti s kišom. U krajevima, gdje je malo kiše, živi bilinski sviet gotovo o rosi.

Englez W e l l s, koji je god. 1816. ovu teoriju o postanku rose iznio, mislio je, da sva rosa, što se slegne na Zemlji, potječe od vodene pare, koja je u najnižoj vrsti uzduha. Nu posljednjih je godina drugi Englez A i t k e n upozorio na to, da se rosa hvata na kamenju na donjoj, a ne na gornjoj strani, d a k l e p a r a p o t j e č e i z z e m l j e. Pokusi Wollny-ja i Rusella zaista pokazaše, da rosa u prvom redu potječe od v l a g e t l a. Osobito biline primaju noću vodu iz tla, pa ju izdišu u najnižu vrstu uzduha. Kad se biline noću jako ohlade, slegne se ta izdisana para na njih kao rosa ili mraz. Rusell

je napose pokazao, kad pokrijemo tratinu posudom, slegne se u njoj obilna rosa. Ova ne može da potječe od vlage uzduha, pa je zaista u posudi i nema, ako tlo najprije pokrijemo kovnom pločom. Poprieko je ipak množina rose u godini malena: najmanje je ima u srpnju, a najviše u studenom. U cieloj je godini ima tek jedan postotak (%) kiše, što pane u godini dana.

Koliko je rosa u mnogim krajevima vriedna vegetaciji, toliko je nemio gost mraz. Za nekoliko će sati uništiti cieli prirod, što su ga ljudi težkom mukom zaradili. Za praktičnog je ratara s toga prieko važno pitanje, može li se pogoditi, kad će biti mraza u noći, kako bi biline obranili od njega. Po predjašnjem je kazivanju jasno, kako postaje mraz. Bilinska se toplina mora izbijanjem jako gubiti u svemir, da se ohlade pod rosište pare u najnižoj vrsti uzduha, a to rosište mora da je temperatura izpod ništice. Doklegod se noću ohladjivanjem uzduha i tla rosa spušta na tlo, razvija se uz taj proces prilična množina topline i ne da, da temperatura još dalje pada. Dok rosa pada, nije straha, da bi se najniža vrsta uzduha ohladila još izpod rosišta, ostat će pače cielo vrieme na rosištu.

Ako je dakle rosište pare, koja je onaj čas u uzduhu, iznad ništice, ne treba se bojati mraza. Ako je pako rosište izpod ništice, treba da se bojimo mraza. Iz ovoga zakona izlazi: Želimo li pogoditi, hoće li biti noćas mraza, tad odredimo pod večer s pomoću pouzdanoga aparata rosište za onu paru, koja je pod večer u uzduhu. Ako je to rosište iznad ništice, ne bojmo se mraza, ako je izpod ništice, treba da se spremimo za mraz.

Sve dakle izlazi na to, da pouzdano odredimo rosište one pare, koja je pod večer u uzduhu. Nu, kako da ga odredimo? Za to će nam najbolje poslužiti jur opisani psihrometar: dva termometra, jedan suh a drugi mokar, i smješteni zgodno u uzduhu, kako je to već iztaknuto kod mjerenja temperature. Obično ga namještaju u limenoj kućici pred prozorom, okrenutim na sjever (sl. 29.). Dok uzduh nije sit pare, pokazuje mokri termometar nižu temperaturu od suhoga. Čim je suši uzduh, tim brže hlapi voda oko kuglice mokroga termometra, tim više topline otimlje kuglici, tim je dakle i veća razlika temperature obih termometara. Iz te razlike i temperature suhoga termometra možemo lako odrediti i vlagu relativnu i rosište uzduha s pomoću ovdje priložene slike 63.* Na vodoravnoj su crti za-

---

* Izporedi o tom razpravu: Kučera, o postanku i prognozi mraza. Program vinkovačke gimnazije od g. 1885./6.

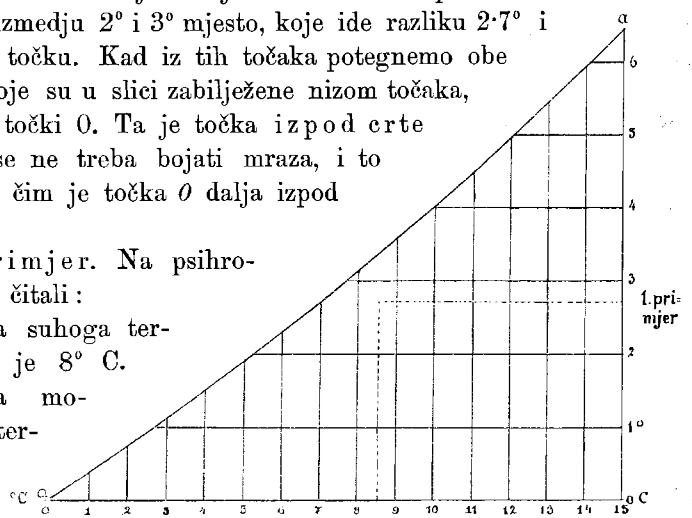
bilježene temperature uzduha, kako ih pokazuje u večer suhi termometar. Na okomitom pravcu desno zabilježene su razlike temperatura obih termometara, koje ćemo lako u glavi izračunati, ako pogledamo oba termometra. Dva će primjera najbolje razjasniti, kako da nadjemo rosište.

1. Primjer. Recimo, da smo čitali na psihrometru:

Temperatura suhoga termometra 8·6° C.
temperatura mokroga termometra 5·9° C.
dakle razlika obih . . . . . . 2·7° C.

Potražimo na donjoj crti izmedju 8° i 9° točku, koja pripada temperaturi 8·6° i zabilježimo ju. Na okomitom pravcu desno potražimo izmedju 2° i 3° mjesto, koje ide razliku 2·7° i zabilježimo točku. Kad iz tih točaka potegnemo obe okomice, koje su u slici zabilježene nizom točaka, sieku se u točki 0. Ta je točka izpod crte *aa*, dakle se ne treba bojati mraza, i to tim manje, čim je točka *0* dalja izpod crte *aa*.

2. Primjer. Na psihrometru smo čitali:
temperatura suhoga termometra je 8° C.
temperatura mokroga termometra je 4° C.
dakle razlika obih je 4° C.



Sl. 63. Pogadjanje mraza.

Potražimo na donjoj crti točku od 8°, a na okomitoj točku, koja pripada razlici 4°. Iz obih su točaka na slici već potegnute okomice i one se sieku iznad crte *aa*, dakle će jamačno biti mraza te noći.

Pisac je ove knjige nekoliko godina u Slavoniji pogadjao ovako mraz i dobio je veoma dobre rezultate, pa može našim umnim gospodarima psihrometar s te strane toplo preporučiti. I drugdje se je ta metoda liepo potvrdila, naročito ju je Lang u Bavarskoj izpitao i našao veoma dobrom.

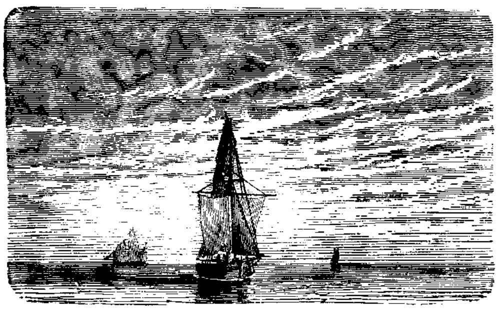
Znamo li pako, kada treba da se nadamo mrazu, bit će dobro, da zapalimo hrpu granja, a vjetar neka nosi dim preko oranice. Dim ne

grije u tom slučaju uzduha, nego djeluje kao oblak iznad oranice, koji toplinu opet natrag baca na Zemlju, kao stakla i krpe nad umjetnim cvjetnjacima.

3. Oblaci i magla.

Nema pojava u prirodi, koji bi nam bio običniji od onoga, o kojem je sada red, da razpravljamo: ta u našim krajevima nije gotovo dana, kad se ne bi na nebu pokazao bar mali oblačić.

Pa ipak su najkasnije počeli naučno razmatrati promjenljive oblike onih uzdušnih gora, koje su često prekrasni pojavi. To i razumijemo. Najmanje se zanima čovjek za ono, što vidi svaki dan. Tek početkom ovoga stoljeća došli su do toga, da oblake po izvanjem im licu razvrstaju i zgodna imena izume. Zasluga za to ide englezkog trgovca Luke Howarda, koji je o toj stvari napisao 1802. tri razpravice i udario temelj, na kojemu je nauka dalje gradila. Dobro je pogodio, što je odabrao četiri glavne vrste oblaka, pa im nadjenuo latinska imena, jer tim je postigao, da su ta imena prisvojili svi naobraženi narodi i nauka cieloga svieta. Göthe je za to dosta uradio. To su ove četiri vrste:



Sl. 64. Oblak cirrus.

1. Cirrus ili ovčice t. j. biela, sitna pera ili hrpice oblaka (sl. 64.).

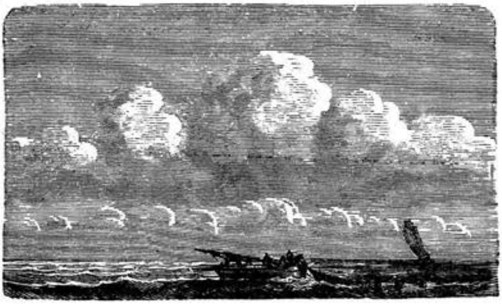
2. Cumulus ili gomile t. j. velike, u klupko smotane mase oblaka, gdjekada biele i sjajne s velikom množinom svojih kupola (sl. 65.). Pokazuju se najviše u ljetu

3. Stratus ili tavani t. j. nizki, dugi, naslagani oblaci kao tavan na tavan (sl. 66.).

4. Nimbus ili kišnica t. j. oblak, iz kojega već pada kiša (sl. 67.).

Dalje Howard nije dospio, a nije ni mogao. Pitanje, u kakovoj su svezi ove četiri vrste oblaka i zašto postaju, nije mogao

da rieši, jer je meteorologija u njegovo doba premalo znala o pojavima u uzduhu.



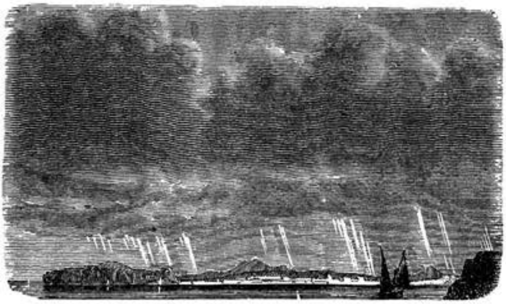
Sl. 65. Oblak cumulus.

Ova su pitanja tek u naše dane stali življe razpravljati. Fotografija je i ovdje pomogla nauci: s jedne je strane uhvatila one promjenljive oblike, a s druge je pomogla, da im se točno izmjeri veličina, visina nad Zemljom i gibanje njihovo.



Sl. 66. Oblak stratus.

Imena Hildebrandt-Hildebrandsson u Upsali, Dr. Neuhauss u Berlinu, Riggenbach u Baselu, Sprung u Potsdamu i Vatikanska zvjezdarna u Rimu dobili su do danas najljepše fotografije. Imamo danas već i liepi „Atlas international des nuages“ (medjunarodni atlas oblakâ), koji je na 18 listova donio prekrasne slike oblaka. Izišao je u Parizu g. 1896.



Sl. 67. Oblak nimbus.

Fotografiranjem istoga oblaka s raznih krajeva možemo točno mjeriti oblake, visinu i dr.

Kako dakle postaje ono, što se zove oblak ili magla.

U uzduhu je uviek vodene pare. Izluči li se nešto od nje u obliku veoma sitnih, majušnih drobnica, postaju oblaci i magle.

Izlučene drobnice mogu da budu dvojake: ili su tekućina (voda) ili su čvrsta tjelesa (led), pa prema tomu ima vodenih oblaka i ledenih oblaka.

Kaki je oblak, to ćemo lako odrediti, ako možemo do njega doći na visokom briegu ili u balonu. Nu riedko ćemo kada moći do oblaka, pa se moramo pitati, kako bi o tom sudili, kad gledamo oblak iz daleka? Često ćemo zaista moći o tom odlučiti. Kadgodj vidimo oko Sunca ili Mjeseca one liepe optičke pojave, koji se zovu koluti ili krugovi, druga Sunca, drugi Mjeseci, svietli stupovi i t. d.

Kad se oko Sunca i Mjeseca pokažu oni mali koluti, možemo reći, da šalju svoje svjetlo k nama kroz vodene oblake, jer nauka može dokazati, da oni koluti postaju, kad svjetlo prolazi kraj okruglih drobnica magle, dakle kroz vodeni oblak. Vidimo li oko Sunca ili Mjeseca one velike bojadisane krugove, koji se daleko od njih, ali uviek u sasma točno odredjenoj daljini pojave; vidimo li uz pravo Sunce još druga Sunca ili uz Mjesec još druge, smijemo reći, da prolazi svjetlo kroz ledene oblake, jer oni krugovi postaju samo, kad se lomi i odbija od sitnih ledenih iglica.

Svatko razumije, da su ledeni oblaci samo u visokim krajevima atmosfere, jer je tamo u obće hladnije, — a u velikoj visini uviek, — nego iznad Zemlje.

Nu tko bi mislio, da je svaki oblak, koji je u uzduhu s temperaturom izpod ništice, leden oblak, u velike bi se varao: često se pokazuje baš pojav, da su taki oblaci sastavljeni od samih vodenih kuglica. Ima tomu sličan pojav i na Zemlji u laboratorijama fizičara. Obična se voda smrzava, čim ju ohladiš do nule (ništice). Nu ako prije toga vodu skuhamo, pa iz nje tako iztjeramo sav uzduh, možemo ju ohladiti daleko izpod ništice, a da se ne smrzne. Samo treba, da se voda ništa ne trese. Nu bacimo li u tu prehladjenu vodu samo trunak leda, pa bio to samo jedan kristal ledeni, smrznut će se u tren oka sva voda, a temperatura će joj se opet dići do ništice. Čini se po svem, da ovaj pojav ima svoje prste kod tvorenja oblaka, koji nose oluju.

Kolike su te sitne vodene kuglice i ledene iglice u oblacima i maglama? Poprieko su tako sitne, da ih pokazuje tek mikroskop. Krugovi oko Sunca i Mjeseca nas uputiše, da ne će biti veće od 27 tisućina jednoga milimetra. Gdjekada znadu ipak narasti tolike, da ih vidi i prosto oko. Osobito kad je velika magla, sipi sitna kišica, a ta je sastavljena od velikih kapljica magle. Oblak pako, iz kojega

pada snieg, sastavljen je od onih liepih kristala, kojima smo se svi već često čudili.

Čas prije iztakosmo, da oblaci i magle postaju u obće, kada se uzduh dosta ohladi. Red je sada, da te prilike razmotrimo iz bližega.

Znamo, da svaki prostor, bilo u njemu uzduha ili ne, može da primi veoma različne množine vodene pare, prema tomu, kakova je temperatura u tom prostoru. Kubični metar može n. pr. da drži kod 0° C. najviše 4·9 grama, kod 10° pako najviše 9·3 grama, kod 20° C. najviše 17·2 grama vodene pare.

Nema li prostor u sebi najveću množinu, koju može da drži kraj svoje temperature, pa u nj metnemo još vode, izhlapljivat će, dok se prostor ne nasiti pare.

Imademo li pred sobom uzduh odredjene temperature, koji je već sit pare, pa ga ohladimo, e onda već taj uzduh ne može da drži svu paru: dio nje će iz njega izpasti. Ako je n. pr. uzduh od 20° C. bio sit pare t. j. imao je u svakom kubičnom metru 17·2 grama, pa se ohladi na 10° C., izpast će iz svakoga kubičnoga metra gotovo 8 grama pare, jer uzduh od 10° C. ne može da drži u kubičnom metru više od 9·3 grama. Nekoje izuzetke spomenut ćemo kasnije.

Ohladi li se uzduh tim, što se dotiče još hladnijih čvrstih tjelesa n. pr. strana posude, sjesti će na njih voda ili led. Nu ohladi li se cieli onaj uzduh i u svojoj nutrinji, načinit će se magla. Al treba da za postanak magle još nešto spomenemo, što je Aitken tek nedavno odkrio. Magla se u ohladnjelom uzduhu samo onda tvori, ako je u njemu uz vodenu paru drobnica kakovih čvrstih tjelesa t. j. prašine ili dima.

Priredimo li si u posudi umjetnim načinom nešto uzduha, iz kojega smo pomno izvukli svu prašinu ili dim, može se taj uzduh, kao što prije nadjosmo i u vode, ohladiti dosta daleko izpod rosišta, pa ne će biti magle. Uzduh je presit pare!

Ove su dakle čvrste jezgre glavni uvjet za postajanje magle, dakle i oblakâ, koji nisu ništa drugo nego magle, uzdignute visoko u atmosferu. Razumjet ćemo sada, zašto se u velikim gradovima, osobito takovima, gdje je velika industrija, dakle i mnogo čvrstih drobnica u atmosferi, tako rado javljaju guste magle. Rečenica „London fog and London smoke“ ima sada svoje pravo značenje. Na zvjezdarni u Grenwichu kraj Londona gledaju od polovice prošloga vieka (18.) svaki dan o podne Sunce. Astronom je Auwers našao,

da je broj dana u godini, kad su o podne vidjeli Sunce, od onoga doba do osamdesetih godina pao od 160 na 115, dakle za punih 45 dana u godini.

Uzroku će se svaki lako domisliti.

Isti je Aitken izumio veoma umni način, da broji čvrste drobnice u jednom kubičnom centimetru uzduha, pa je dobio prezanimljive rezultate. Čak na Rigiju ih je našao za vedrog dana u onom divnom i čistom uzduhu alpinskom sedam stotina u kubičnom centimetru; a u oblaku, koji je pokrio vrhunac Rigija, našao je čak 4200 drobnica! A u sobi, u kojoj su gorila 4 plamena od plina dvije ure, nabrojio ih je izpod stropa sobe 16 milijuna u kubičnom centimetru uzduha!

Kad sve to znamo, izlazi pitanje o postajanju oblaka ovako: Uz koje se uvjete ohladi atmosfera?

Tri su načina moguća: 1) uzduh daje nešto svoje topline hladnijemu tlu ili hladnijoj površini vode; 2) miešaju se dvije mase uzduha, nejednako tople, ali obe ili site ili gotovo site vodene pare, i 3) tlak na uzduh popusti i on se razteže, a da pri tom ni odkud ne dobiva topline. Od ovih triju načina najobilniji je i najizdašniji treći, pa njega i zapada glavna uloga kod postajanja oblaka i oborine.

Prvi je način ohladjivanja uzrok postajanju magle. Kadgod se tlo ili površina vode izbijanjem topline jače ohladi, dakle u jutro, na večer i u noći, a zimi i po danu, ako nema oblaka a uzduh je miran, pokrije se najprije površina Zemlje maglom (nizka magla), koja onda odozdo gore raste, ako su joj prilike postajanju sveudilj zgodne. Toplina naime najjače izbija na gornjoj površini magle, pa tamo postaje nova magla. Ugrije li se od Sunca tečajem dana tlo izpod magle od ono malo zraka, što kroz tanku njezinu vrstu može da dospije do njega, može se dogoditi, da se dolnja vrsta magle opet raztopi u uzduhu i magla se diže (visoka magla). Nu mogu prilike biti i takove, da se najprije od Sunca ugriju najgornje vrste magle, pa se raztapa magla odozgo dolje; u tim prilikama ostaje magla najduže na tlu. Vrsta je magle različito debela: dok je gdjekada i više od tisuću metara debela, pa iz nje vire tek vrhunci bregova (sl. 68.), u drugim joj je prilikama tek nekoliko centimetara i lebdi baš na tlu. Oblik je redovno veoma jednostavan; to su horizontalne vrste, koje se stanu komešati i miešati, ako udari vjetar i kad su već pri tom, da se razilaze, velimo onda, da se

magla kida. Veoma se zanimljiv pojav pokazuje, ako na površini magle struji uzduh, koji ima drugačiju temperaturu, nego magloviti uzduh: javljaju se na površini magle pravi pravcati valovi, pa kad ju gledaš odozgo, čini ti se, da vidiš uzburkano more.

Mnogo će različniji biti oblici, koji postaju, kad se miešaju dva obujma uzduha različite temperature. Ili se miešaju samo na



Napried je u slici: Puy de Dome (1465 m). — 1. Puy de Pariou (1223 m.). — 2. Puy des Goules (1157 m.). — 3. Puy de Sarcony ili Chaudron (1158 m.). — 4. Puy du Grand Suchet (1249 m.). — 5. Puy de Côme (1272 m.). — 6. Puy de Clierzon (1217 m.). — 7. Puy de Fraisse (1130 m.). — 8. Puy Chopine ili l'Écorché (1192 m.). — 9. Puys de Jume i de la Coquille (1165 m. i 1535 m.). — 10. Puy de Lonchadière (1206 m.). — (Po slici M. Plumandona.)

Sl. 68. More oblaka nad srednjom Francuzkom gledano s observatorija na Puy de Dome.

plohi, gdje se dotiču, ili pako ulazi jedan uzduh u drugi u obliku konaca i vrtloga, kao kad se polako miešaju dvie tekućine. U prvom će slučaju postati oblaci, svrstani u horizontalnu ravninu, gdje se baš miešaju oba obujma uzduha različite temperature: oblaci će biti horizontalne vrste kao tavani i puno su nalik na nizku maglu. U drugom će slučaju oblaci imati veoma nepravilne, otrcane oblike,

*

najčudnijih forma. Nu pri tom valja još da iztaknemo ovo. Pokazalo se, da se miešanjem dviju masa uzduha od različite temperature izlučuje iz uzduha u obće razmjerno malo vode i onda, kad su obe mase site vodene pare i veoma različite temperature. Evo primjera, da razbije krivo mišljenje, koje se još danas bani. Nazad 100 godina računao je Englez Hutton od prilike ovako. Neka se pomieša kubični metar uzduha od 0° C. s kubičnim metrom uzduha od 20° C. Prvi, ako je sit, ima pare 4·9 grama u sebi, a drugi 17·2 grana. U smjesi obih bit će dakle pare $\frac{4·9+17·2}{2}$ = 11·05 grama u svakom kubičnom metru. Ako se pomiešaju dva kubična metra uzduha od 0° C. i 20° C., imat će smjesa temperaturu od 10° C. Uzduh od 10° C. pako ne može da drži u kub. metru više nego 9·4 grama pare, dakle će se izlučiti iz svakoga kubičnoga metra 1·65 grama vode. Mnogi misle i danas, da je u ovakovomu miešanju uzduha glavni izvor oborinama. Krivo misle. Evo zašto. Prvo i prvo, riedko će se kada dogoditi, da su obe mase uzduha, koje se miešaju, baš site uzduha; a nisu li site, izlučit će se još mnogo manje vode ili ništa. Nu i Huttonov zaključak o srednjoj temperaturi od 10° C. ne stoji. On bi vriedio samo onda, kad bi imali posla sa suhim uzduhom ili bar s uzduhom, u kojem je veoma malo pare. Nu ako su pomiešane mase gotovo site pare, bit će temperatura smjese viša, jer znamo, da se kod svakoga pretvaranja pare u tekućinu razvija toplina, u našem primjeru od svakoga grama vode toliko, da se kubični metar uzduha ugrije za 2° C. Temperatura smjese ne će biti 10° C., nego 11·6° C., a izlučene vode ne će biti 1·65 grama, nego samo 1·05 grama t. j. jedva jedanaesti dio vode, koji je bio u smjesi na početku procesa. Ove pako male množine nisu dosta, da nam raztumače velike množine oborine, koje zaista panu na Zemlju. Ovim načinom dakle niti mogu postati veliki težki oblaci, niti mogu pasti velike kiše. Nu pokazala se još jedna neprilika. Kod miešanja ne posvema sitih masa uzduha, nastaje pojav kondenzacije u obće samo onda, ako se miešaju u odredjenim omjerima. Nema li tih granica, u obće se ne izlučuje voda.

Ako dakle masa uzduha s odredjenom temperaturom prodre u drugu, koja ima drugačiju temperaturu, pokazat će često pojav, da će se samo na kratko vrieme načiniti laki oblačići, koji će se opet izgubiti, čim se tečajem miešanja oni zgodni omjeri izgube. Tako postaju one razderane krpice oblaka, koje se tako često

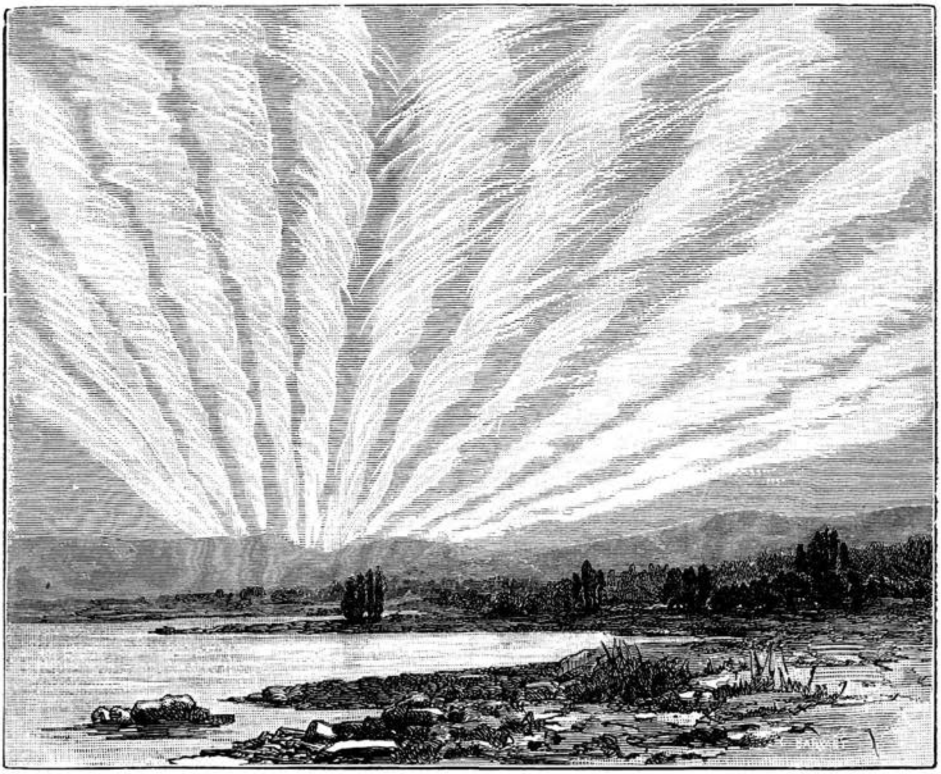
javljaju, kada je uzduh nemiran, ali baš radi toga i mienjaju naglo svoje oblike. Dosta ćemo često vidjeti ovakove krpice i na rubovima velikih gomila oblaka, jer se i tamo ovako miešaju mase uzduha.

Mnogo su postojaniji oblaci, koji postaju na granici, gdje se miešaju dvie mase uzduha različite temperature, jedna iznad druge. Pokazuju veoma liepo karakter horizontalnih vrsta, pa ih ide punim pravom ime tavani, latinski Stratus; često se pokazuju kao jednoličan pokrivač, koji pokriva cielo nebo nad nama. Kako su debeli, težko je suditi, ako baš slučajno kroz njih ne leti balon. Prije nekoliko je godina na ovim oblacima Niemac Helmholtz pobliže opisao još jedan veoma zanimljivi pojav, kojega se već takosmo kod magle. Teoretičkim je putem našao, da moraju postajati valovi ili talasi, kad god vrsta uzduha struji nad drugom, koja je rjedja ili gušća, t. j. koja ima drugu temperaturu, baš onako, kao kad struji po polju, na kojemu je žito ili kad puše po površini vode. Samo su ti talasi kud i kamo veći od talasa na žitu i na vodi. Od jednoga je briega vala do drugoga na vodi obično nekoliko metara, na velikom moru riedko kada 100—200 metara. Talasi u uzduhu redovno su dugački mnogo stotina metara, često i nekoliko kilometara. Ove valove mi na nebu možemo vidjeti, čim je u objema vrstama uzduha dosta pare. Na onim naime mjestima, gdje su bregovi valova, prodiru mase jedne vrste u drugu; tu se pomiešaju i postaju oblaci, koji imaju posvema oblik uzporednih pruga, pa im je Helmholtz zgodno dao ime valoviti oblaci (Wogenwolken) (sl. 69.). Puhne li na granici obih vrsta vjetar još s koje druge strane, pa tim izvede valove u novom smjeru, razdielit će ovi predjašnje pruge ponovno i ciela će se vrsta oblaka razpasti u poredjane hrpice oblaka, koji se zovu ovčice (Schäfer- oder Lämmerwolken) (sl. 70.). Nu obično im daju to ime samo onda, kad su tako visoko, da ih vidiš na jedan mah mnogo, kao da je cielo stado ovaca. Ovakih valovitih oblaka ima u svakoj visini nad Zemljom, ipak više u srednjim i višim sferama, nego u nižim.

Kad su se 10. studena god. 1893. Gross i Berson u balonu digli iz Berlina vidješe, da se je i magla na tlu, koja nije bila deblja nego 100 metara, razvrstala u sasma uzporedne pruge, koje su se na rubovima velikih šuma, u kojima ne bijaše magle, priljubile njima, kao valovi vodeni formama obale.

Iza provale na Krakatau god. 1883. javljali su se nekoliko godina u visini od 60—80 kilometara nad Zemljom laki i nježni oblačići,

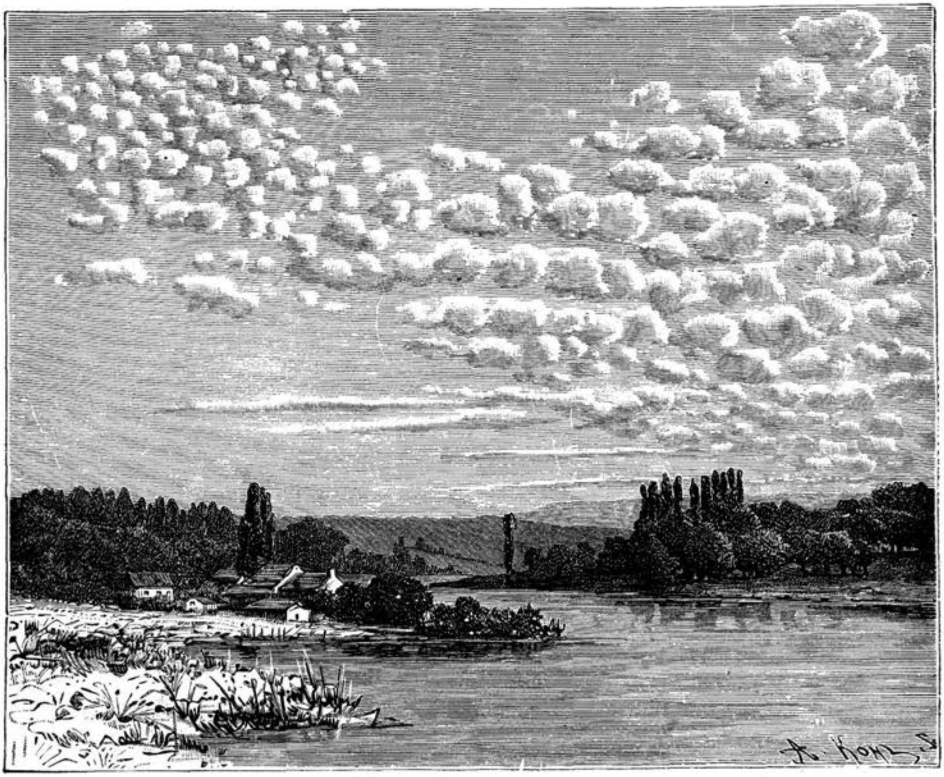
koji su potjecali od materije, što ju je u uzduh bacio Krakatau kod one silne katastrofe. Jesse u Berlinu ih je fotografirao i na tim fotografijama dokazao, da su se i oni redjali u talase, makar da je tamo uzduh 10 tisuća puta rjedji nego na Zemlji, dakle tanji nego u vakuumu naših najboljih uzdušnih sisaljaka.



Sl. 69. Uzporedne pruge ovčica (valoviti oblaci).

Ime „valoviti oblaci" tek ulazi u nauku. Ako su dva vala već razdielila uzporedne pruge u hrpe, koje su još dosta velike, zovu ih „alto-cumulus" (t. j. visoke gomile); visina im je izmedju 3000 i 5000 metara. Sastoje iz kapljica vode ili snieźnih kristala. Ako su pako hrpice male i nježne, kako to biva u oblačića sastavljenih od ledenih iglica, koji lebde u najvišim vrstama atmosfere, zovu ih „cirro-cumulus" (t. j. pernate gomile). Svakako je bolje zvati ih

prema podrietlu njihovom jednostruki ili dvostruki tavani oblaka prema tomu, postoje li jednostavne uzporedne pruge ili su već razdieljene drugim valom u hrpice. Liepo je baš na nebu gledati, kako gdjekada u jedan mah postanu na velikoj plohi one uzporedne pruge time, što se od jednom dosad vedro nebo pospe tim pru-



Sl. 70. Gomile ovčica.

gama ili što se jednostavni tavan oblaka najednoč razstavi u duge uzporedne brazde. Taj nas pojav mnogo podsjeća poznatoga pojava na vodi, kad iznenada vjetar udari nad gladku kao ulje površinu vode, pa u malo sekunda cielu površinu pokrije stotinama valova. Izleti u balonima potvrdiše, da su ovakove, razmjerno tanke vrste oblaka, zaista na granici izmedju dviju vrsta zraka različite temperature, a lome se u brazde, ako se obje vrste još k tomu gibaju različitom brzinom.

S te su strane ovi oblaci važni za ocjenjivanje struja u visokim vrstama atmosfere.

Nu svi ti oblaci su tvorbe malene i prolazne, koje će doduše zastrti Sunce, ali Zemlji ne će nikada dati mnogo oborine.

Kud i kamo su važnije one velike gomile oblaka, bielih i sjajnih kao snieg ili sivih, pa crnih oblačina, koje se u ljetno doba gomilaju na našem nebu kao velike gore, pa se poslije izliju kao obilna kiša ili strašna tuča na polja. Zovemo ih gomile (cumulus). Da ti oblaci ne mogu da postaju predjašnjim načinom, jasno je po tom, što se pokazuju najviše, kad je najtoplije doba godine i dana. Da postaju miešanjem, morali bi biti šuplji, jer se para kondenzira samo na površini, gdje se baš obje uzdušne struje miešaju. Uzrok je ovim oblacima sasma treći: ohladjivanje uzduha, kad se diže u vis.

Znamo, da je tlak uzduha tim manji, čim se više penjemo u atmosferu. Uzduh dakle, koji se sa Zemlje diže u vis, dolazi pod sve manji tlak. Sve uzdušnine pako pokazuju svojstvo, da se odmah raztežu, čim popusti tlak, koji ih tišti. Dakle se i svaka masa zraka, koja se diže u vis, sveudilj razteže, zaprema sve veći obujam. Nu raztežući se troši topline: nema raztezanja bez trošenja topline i što je jače raztezanje, to se troši više topline. A nije baš maleno raztezanje zraka, kad se penje u vis! Digne li se za 3250 metara (do visine Sonnblicka, najviše meteorološke postaje u Alpama), obujam mu je već za polovicu veći od prvoga, a digne li se do 5600 metara, obujam mu je već dvostruk.

Zrak će dakle trošiti mnogo topline, dok se ovako razteže, a jer ju iz okolice svoje ne može da dobije, on se sam ohladjuje i temperatura mu sveudilj pada. On se ohladi do rosišta i još dalje, pa se iz njega izlučuje vodena para: postaju oblaci.

O tom će nas osvjedočiti jednostavan pokus sa soda-vodom. Treba samo da ju otvorimo (t. j. skinemo ovratnik), pa ćemo vidjeti, kako joj se u grlu u istom času načini maglica, koja se iz boce još diže kao sitan dim.

Račun je pokazao, da se uzduh za svakih 100 metara dizanja ohladi ravno za 1° C., dok još nije sit pare. Počne li jednoč kondenzacija vodene pare, treba da se diže mnogo više, dok se ohladi za 1° C., jer se kod sgušćivanja razvija nešto topline.

Ovo novije mišljenje o postanku oblaka, osnovano na mehaničnoj teoriji topline, donielo je nauci izpitivanje posebnoga pojava,

koji je bio nazad 20 godina predmet žive prepirke u meteoroložkim krugovima. To je u Alpama dobro poznati vihar, koji se zove „Föhn“. Vriedno je zaista, da ga ovdje nešto iz bližega razmotrimo.

Što je Föhn? To je vruć i suh vjetar, koji se osobito u proljeću i jeseni ruši s glavnoga bila Alpa u doline na sjevernoj njihovoj strani, pa kad su zgodne mjestne prilike, zna nabujati do strašnog vihra. Na južnomu se nebu jave najprije laki oblačići, koji znadu narasti kao pravi zid nad vrhom Alpa; uzduh je neobično prozračan i to je znak, da dolazi Föhn. Najprije dolazi na mahove, kao naša bura, nu što dalje, postaje naglo sve topliji i jači, a gdjegdje naraste i do snage vihra (orkana). Uza to postaje vrućina uzduha i suša njegova ljudima nesnosna, osjetljive zaboli glava, vrtoglavica ih i muka hvata, sve se drvo naglo suši i dosta su puta alpinski gradići izgorjeli radi Föhna.

U proljeće se od njega topi snieg, kao da ga je nešto začaralo, lavine i gorski se potoci ruše naglo u doline, a lice se kraju za nekoliko sati sasma izmieni.

Budući da je veoma topao i suh, mislili su prije, da mu je podrietlo u Sahari. Zasluga je bečkoga meteorologa Hanna, da je to krivo mišljenje oborio i postajanje Föhna liepo raztumačio po zakonima fizike. On je primietio, da Föhn baš riedko puše ljeti, kad je u Sahari najveća vrućina i suša. Kasnije su mu opet tražili izvor u zapadnoj Indiji, držeći ga za ogranak ekvatorijalne uzdušne struje.

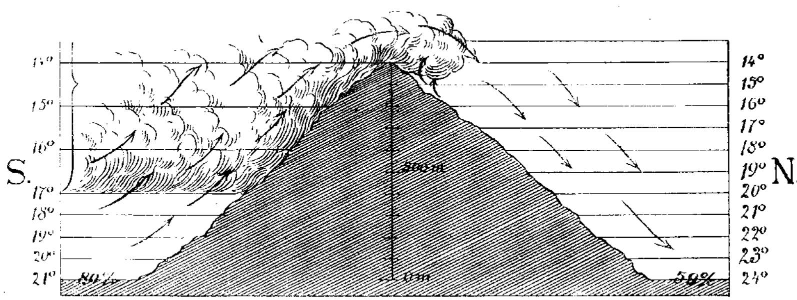
Nova metoda meteorologičkoga iztraživanja, koja je izpitivala, kakav je tlak atmosfere, kakova joj je vlaga i t. d. dok puše Föhn na južnoj, a kakav na sjevernoj strani Alpa, pokazala je Hannu, da se Föhn javlja uviek, kad je tlak atmosfere na jugu od Alpa velik, a na sjeveru malen t. j. kad je na Kanalu ili sjevernom moru barometrički minimum, a u južnoj ili jugoiztočnoj Evropi barometrički maksimum. Zrak mora da teče preko Alpa od juga na sjever: minimum ga barometrički silom vuče k sebi. Uzporedo s tim pokazalo se i to, da Föhn s početka nema ni visoke temperature niti je suh vjetar; ta svojstva tek dobiva, kad se ruši niz Alpe. Dok je na južnoj strani Alpa, hladan je i vlažan, pa i na bilu je alpskom još uviek taki. Föhn dakle ne postaje niti u Africi niti u Americi, nego baš u Alpama. Gdje je uzrok tomu, da mu se tako jako promiene svojstva, kad predje preko bila Alpa?

Zrak se po Hannovu tumačenju diže na južnoj strani Alpa u vis u spomenutom slučaju. Na sl. 71. vidimo u prorezu brdo 1000

metara visoko. S južne se strane *S* diže zrak preko njega i silazi na sjevernoj strani *N* u dolinu. Kadgod se digne za 100 metara, ohladi se zrak za 1° C. Kad se je pako već toliko ohladio, da je sit pare, pa se započinje pretvaranje pare u vodu, pri čemu se razvija nešto topline, treba da se digne zrak za 200 metara više, dok se ohladi za 1° C.

Kad je prešao zrak preko bila, pa se spušta natrag u dolinu, kako pokazuju strjelice, on dolazi pod sve veći tlak, pa se radi toga stisne, a pri tom se razvija opet toplina i to na svakih 100 metara padanja opet raste temperatura za 1° C.

Recimo dakle, da je uzduh na dnu brdu (u površini morskoj) imao temperaturu 21° C., imat će u visini od 100, 200, 300 i 400 metara redom temperature 20°, 19°, 18° i 17° C., kako to poka-



Sl. 71. Postajanje Föhna u Alpama.

zuju brojevi na lievoj strani uz horizontalne pravce. Recimo dalje, da je zrak imao na dnu u kubičnomu metru 12·2 grama vodene pare, bit će on, kad se digne visoko 400 metara, baš sit pare, i ako još dalje ohladi svojim dizanjem, počinje izlučivanje vode u obliku sitnih kapljica. Na dnu briega, uz temperaturu od 21° C., mogao bi bio taj zrak u kubičnom metru držati 15 grama pare, dakle mu je bila vlaga samo 81%. U visini od 400 metra sit je pare i sada počinju postajati oblaci, a kod daljega dizanja javit će se i kiša. Nu od sada se diže zrak po 200 metara, dok se ohladi za 1° C. dalje: horizontalni su pravci sada dalji jedan od drugoga i tako dolazi, da je temperatura u visini od 1000 metara tek 14° C.; a da je zrak bio suši, bio bi dobio tu temperaturu već u visini od 700 metara. Uz temperaturu i tlak, što ga ima naš uzduh na bilu

brda u visini od 1000 metara, ne može da drži u kubičnomu metru više nego 10·8 grama pare, dakle je moralo uz put izpasti iz svakoga kubičnoga metra 1·4 grama vode. Kad se taj uzduh, koji je na bilu sit pare, spušta na drugoj strani dolje, on se stisne, a tim i ugrije, pa bi mogao sada u kubičnom metru držati i više nego onih 10·8 grama vodene pare, što ih je sobom donio na vrh brda t. j. uzduh sada već nije sit pare. Kako uzduh sve niže pada, on se za svakih 100 metara padanja ugrije za 1° C., kako pokazuju brojevi na desnoj strani slike. U našem će primjeru uzduh stići na dno topao 24° C., dakle za puna 3° C. topliji, nego što je na drugoj strani brda pošao u vis. Uz ovu temperaturu mogao bi pako držati 18·2 grama vodene pare u kubičnom metru, dok zaista nema više nego 10·8 grama. Relativna mu vlaga po tom nije više ni 81%, nego samo 59%. Uzduh, prešavši preko brda, nije samo postao zaista topliji za 3° C., nego je u njemu i absolutno i relativno mnogo manje vodene pare, on je suh

Ovo je bio tek primjer u maloj mjeri. U Alpama se to zbiva u mnogo većoj mjeri, pa zato se još jače iztiču karakteristična svojstva Föhna. Da je n. pr. bilo visoko 2500 metara, a temperatura, kao prije 21° uz relativnu vlagu 81%, došao bi zrak na drugoj strani na dno s temperaturom od 32° C. i relativnom vlagom samo 27%. Na bilu pako bila bi mu temperatura samo 6°, a u kub. metru držao bi samo 4·5 grama pare. Obćeno: Uzdušna struja, koja se topla i puna pare diže uz brdo na strani vjetra, ohladjuje se za dizanja i izlučuje neki dio svoje vode kao kišu ili snieg, te prelazi preko bila hladna i sita pare. Kad se na drugoj strani brda spušta dolje, ugrije se brže, nego što se je ohladjivala na prvoj strani, pa dolazi na dno topla i suha.

Prostor, u kojemu se izlučuje voda t. j. oblačni prostor, označen je u slici crtanjem.

Tim se načinom može mnogo vode izlučiti iz uzduha. Da je n. pr. u visini morskoj kubični metar uzduha od 20° C. sit pare t. j. da je u njemu 17·2 grama pare, ohladio bi se, dok se popne 4000 metara visoko za 21½° C., dakle do — 1·5° C. i uz put bi izgubio punih 10 grama vode t. j. $^3/_5$ od vode, što je u sebi imao, dakle gotovo 10 puta više, nego miešanjem istih množina uzduha.

Nu uz ovo gibanje uzduha postaju i posvema drugačiji oblaci. Nad bilom briega, gdje uzpon zraka prelazi u spuštanje, go-

milaju se velike mase oblaka, kao u silan nasap, koji i stoji gotovo kao zid nad gorom. U njemu vidiš doduše komešanje, ali u cielosti ostaje na svomu mjestu.

Ujedno je ovo liep primjer, gdje oblak na oko stoji na svomu mjestu, a ipak njime huji jak vihar. To nas opominje, da ne smijemo uviek po gibanju oblaka suditi o gibanju uzduha. Oblak se u ovom slučaju bez prestanka ruši i iznova gradi. Drobnice, od kojih je sastavljen, lete velikom brzinom, pa se raztope u toplijem uzduhu, nu istom brzinom dolietaju u nj nove drobnice uzduha, iz kojih se izlučuju nove vodene kapljice i oblak se obnavlja.

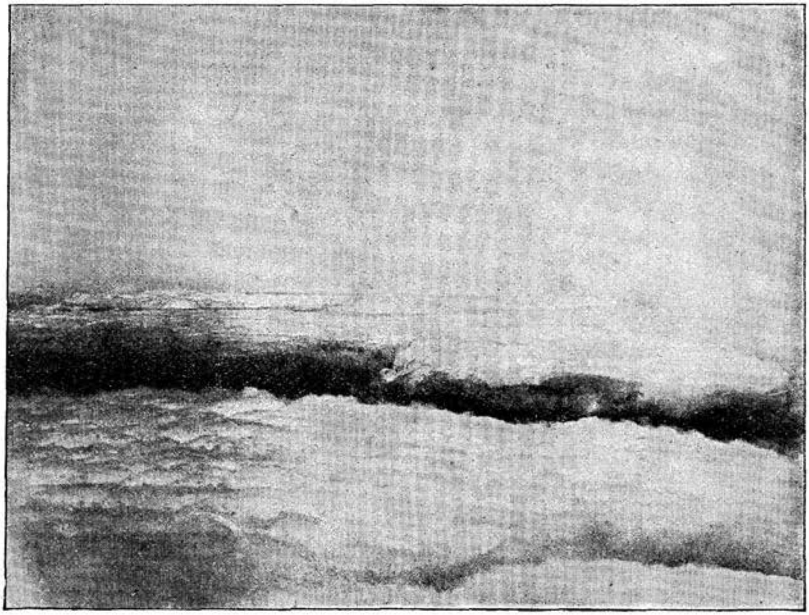
Baš kao u ovom najizrazitijem primjeru, tako se stvaraju oblaci kod svake uzdušne struje, koju toplina potjera u vis ili pako manji tlak uzduha nad onim mjestom.

U ovom posljednjem slučaju sa svih strana zrak teče k onom mjestu najmanjega tlaka na Zemlji, a gore u visini dakako otiče na sve strane, pa tako nastaje u onom kraju uzdušna struja u vis. Postaju u tim prilikama oblaci, koji moraju imati oblik nagomilanih masa, jer se ovdje zaista para pretvara u vodu u cieloj masi uzduha, a jer se uza to uzduh penje u vis i proturava kroz okolišni zrak, imat će oblike zaobljene i tupe. Prema tomu ih ide ime gomile ili cumulus. Ljetne gomile oblaka, koje se osobito oko podne tvore, pokazuju redovno ravnu podnicu, koja označuje visinu, u kojoj je u vis potjerana masa zraka sita pare, pa se započinje kondenzacija pare. Sl. 72. pokazuje jednu od najkrasnijih fotografija ovakovoga oblaka iz balona, koja je g. 1893. uspjela u Berlinu; sl. 73. opet pokazuje po fotografiiji cielo more oblaka, gdje se na gornjoj strani prilično dobro iztiču oblačni valovi.

I veliki oblaci-kišnici nisu ništa drugo nego gomile, samo mi sa Zemlje ne vidimo gornjega diela, nego samo ravnu podnicu njihovu. U bregovima zna ovakov oblak kišnik i na donjoj strani biti sav izderan u krpe, nu to potječe od toga, što se uz glavni uzrok postajanju oblaka, strujanje uzduha u vis, na granici javlja i prije opisani pojav miešanja.

Ovakove gomile oblaka znadu biti veoma visoke. Već obični oblaci kišnici, kojima je donja ravna strana jedva nekoliko stotina metara iznad Zemlje ili tla doline, znadu dosegnuti preko najviših vrhunaca Alpa. Profesor Riggenbach je n. pr. jednoć sa Säntisa gledao oblak oluje iznad Algäuerskih Alpa i po njegovom je mjerenju ravna podnica toga oblaka bila iznad mora 2800 metara, a

najviše glave u gomili sezale su do 13000 metara, dakle do visine dva puta veće od Montblanca (4800 metara). Kod ovakovih velikih gomila, koje nose oluju, kao da utječu još nekoji osobiti faktori, koji masu uzduha još življe i dalje potjeraju u vis, pa tako i kapljice vode ponesu neobično daleko gore. U ovakovim se oblacima voda obično prehladi t. j. akoprem joj je temperatura nešto izpod ništice, voda se ne smrzava, nego ostaje tekućina. Ako sada u tu prehladjenu masu vode dodje samo nekoliko kristala leda, dosta je to, da



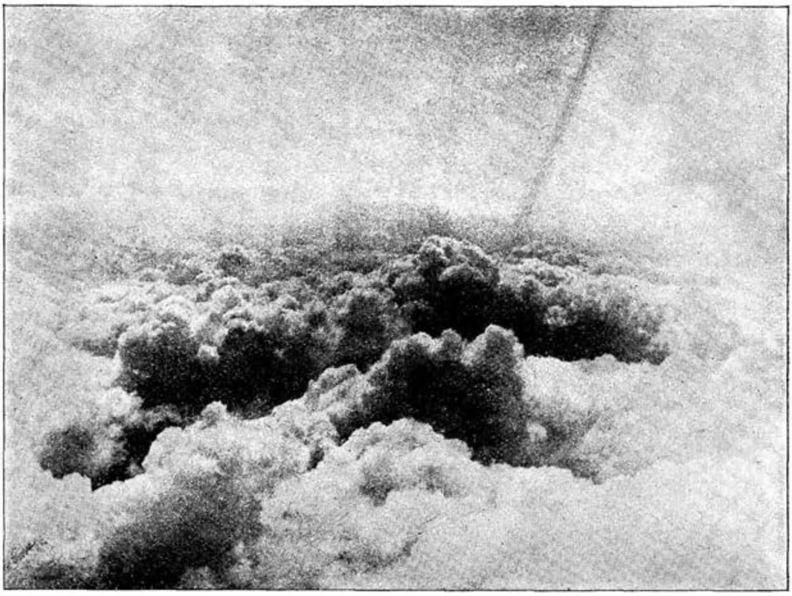
Sl. 72. Oblak iz balona fotografiran.

se u njoj u jedan mah smrzne sva voda; nu tim se naglo ugrije sva masa, a posljedica je, da ju ova toplina još žešće potjera u vis. Ovaki prehladjeni oblak krije dakle u svom krilu novu snagu, pa kad se ova najednoć razmaše, razumjet ćemo, zašto u težkim oblacima oluje izbijaju svaki čas nove gomile, zašto tako naglo mienjaju svoj oblik.

U ovoj crti pokazasmo, kako se tumače najobičniji oblici naših oblaka iz načina njihovoga postajanja. Razumjet ćemo sada lako, da će se osim ovih glavnih oblika moći razviti i drugi prelazni oblici,

ako zajedno utječu na postajanje oblaka spomenuti faktori. Zato je medjunarodni kongres meteorologa u Parizu od g. 1889. prihvatio uz temeljne oblike oblaka: 1. cirrus (ovčice), 2. cumulus (gomile); 3. stratus (tavani); 4. nimbus (kišnici), još ove kombinacije ovih temeljnih oblika: 5. cirro-stratus; 6. cirro-cumulus; 7. alto-cumulus; 8. alto-stratus; 9. strato-cumulus i 10. cumulo-nimbus.

Kako se ove vrste mogu težko opisati riečima, a ipak treba, da na cielom svietu ista rieč znači i istu vrstu oblaka, odlučiše izdati atlas sa slikama oblaka. Glavno je djelo, koje već prije spomenusmo,



Sl. 73. Oblak iz balona fotografiran.

u Parizu god. 1896. izdani: „Atlas international des nuages" (Medjunarodni atlas oblakâ), izdan po nalogu odbora od Hildebrandsona, Riggenbacha i Teisserenc de Borta. U njemu je 18 veoma liepih koloriranih slika oblaka s tekstom u tri jezika (francuzki, englezki i njemački).

Jedan je oblik još i danas dosta nejasan, pa još uviek ne znamo reći, kako postaje, a to su one krpice u najvišim vrstama atmosfere i pravi cirrus ili cirrostratus (sl. 74.) Nema sumnje, da su ove nježne tvorbe sastavljene od ledenih iglica, gdjekada se bez

dvojbe mogu svrstati u red valovitih oblaka, nu ipak dosta često pokazuju oblike, kojih ne možemo nikako raztumačiti. Možda ćemo skoro razumjeti i ove oblačiće, koji su nam mnogo važni, jer su nam baš oni prvi vjestnici o pojavima, koji se zbivaju u atmosferi veoma daleko od nas, pa ih smatramo opomenom, da će se vrieme promieniti. Njima s toga sada baš posvećuju meteorolozi osobitu pažnju. Često se naime dogadja, da je barometrički minimum još iza Irske, a ovakove cirruse već šalje do Alpa!

Akoprem su dakle oblaci svakidanji pojav, možda će se koji čitalac naći ponukan, da ih od sada gleda drugim okom, pa da po

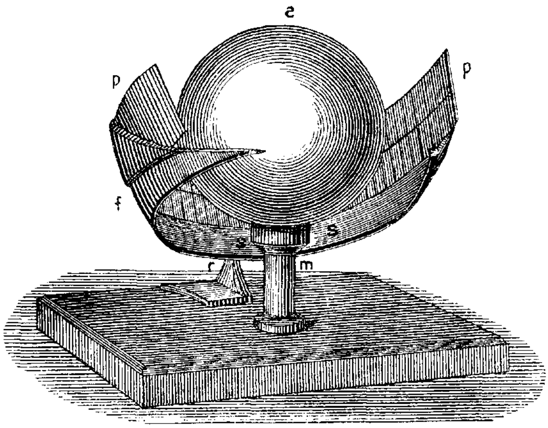


Sl. 74. Najtanji cirrus po fotografiji.

obliku oblaka pokuša čitati njegovu poviest t. j. kako je postao, kako se razvija i kako će svršiti. I tu će gledati pri poslu silnu prirodu.

Sistematsko motrenje oblaka počelo je inače i u pravoj nauci tek u naše dane. Do sada su se motritelji ograničili na to, da od prilike ociene naoblaku t. j. pogledavši svod nebeski, ocienili bi, kolik dio njegov pokrivaju oblaci. Obično se tako radi i danas po skali od 10 stupanja. 0 (Ništica) znači sasma vedro nebo, a 10 znači posvema oblacima zastrto nebo. Nu ima danas već posebni aparat, s kojim možemo za svaki sat u danu odrediti kako je s oblacima na nebu. Austrijski meteorolog Pernter, a kasnije i Billwiller, dokazali

su, da se naoblaka i trajanje sunčanoga žara prilično dopunjuju. Ako n. pr. sunce sja 0·65 diela kojega vremena, naoblaka je gotovo točno 1—0·65 = 0·35 ili 35% nebeskoga svoda. Želimo li dakle točno znati naoblaku, treba da mjerimo, koliko vremena sja sunce. Nu to posvema točno bilježi „autograf za sunčani sjaj", što su ga načinili Campbell i Stokes (sl. 75.). To je staklena kugla *e* na stupcu *m*, koja djeluje kao staklena leća na sunčano svjetlo, pa komad papira *pp*, namješten u njezinom žarištu, progori ondje, gdje pada zarište kugle na papir, kada sja Sunce. Kako se giba Sunce po nebeskom svodu, pomiče se i žarište po papiru, pa ga spali na drugom mjestu. Na papiru vidimo izžeženu crtu *f*, dok sja Sunce, a ostaje netaknut od



Sl. 75. Campbellov autograf za sunčani sjaj.

žege, ako su oblaci izpred Sunca. Pa tako su za množinu oblaka preko dana već izašli nekoji zakoni. Na vrhovima bregova oko izhoda Sunca najmanje je oblaka, a onda naoblaka raste sve do večeri. Uzrok su tomu očito maglene kapice, koje na vrhuncima postaju, kad se od dnevne sunčane žari uzdušna struja stane dizati u vis. Prestane li vjetar iz doline, a mah preotme vjetar s gore, pada zrak niz brdo, i oblaci se po malo opet raztope.

U ravnici je to sasma drugačije i mnogo nepravilnije. U jutro je svagdje više oblaka (radi magle), a i popodne oko 2 sata, jer je u to doba najžešća uzdušna struja u vis. Na večer je naoblaka redovno manja.

I za visinu oblaka tek su mjerenja započela, pa su našli:

Cirrus i cirro-stratus	8000—10.000 metara.
Cirro-cumulus	6000—8000 „
Alto-stratus i alto-cumulus	4000—6000 „
Strato-cumulus, cumulus, cumulo-nimbus, nimbus	1000—4000 „
Stratus	500—1000 „

Brzina, kojom oblaci lete po atmosferi, raste naglo s visinom njihovom. Po Fergussonu i Claytonu vriede ovi brojevi:

Visina oblaka:	200, do 1000,	1000, do 3000,	3000, do 5000,	5000, do 7000,	7000, do 9000	9000 do 11000	metara.
Brzina ljeti:	7·5	8·2	10·6	19·1	23·5	31·1	metara u sekundi
Brzina zimi:	8·8	14·7	21·6	49·3	54·0	—	

Francuzki meteorolog Teisserenc de Bort izradio je karte za naoblaku na cieloj zemaljskoj kugli, sastavivši crtama mjesta jednake naoblake (isonefe) pa je uspio da dokaže, kako je naoblaka svagdje na Zemlji veća, gdje se uzduh diže u vis, a manja, gdje se spušta. Uzduh, koji pada, ugrije se i oblaci se u njemu po malo tope i razilaze.

Prema tomu ima naša Zemlja oko ekvatora pojas s velikom naoblakom, jer se tamo uzduh gotovo cielu godinu diže u vis. Tomu se priključuju izmedju 15. i 35. stupnja sjeverne i južne širine dva pojasa s malom naoblakom; izmedju 35. i 50. stupnja opet s velikom naoblakom, a prema polovima kao da opet pada.

Gornje strane oblaka, na koje sunce sja, odbijaju mnogo svjetla natrag u svemir. Kad bi dakle mogao gledati Zemlju s kojega mjesta izvan atmosfere, pokazala bi se izšarana paralelnim prugama, kako se nama doista pokazuju nekoji planeti, osobito Jupiter.

Gdje je mnogo oblaka, vidjeli bi svjetle pruge.

To prenosi Teisserenc de Bort i na druge planete. Gdje nam teleskop pokazuje svietle pjege, tamo su, misli on, kondenzirane pare, tamo je u njihovoj atmosferi uzdušna struja u vis. Po tom zaključuje on, kakovo je gdje gibanje uzduha na planetima.

Kad bude studij o našim oblacima, koji se je baš sada u nauci meteorologičkoj prilično razmahao, napredniji, možda ćemo i o atmosferi drugih planeta saznati pouzdanijih činjenica.

4. Kiša, snieg i tuča (oborine).

Uz toplinu uzduha ne utječe na klimatičku vriednost kojega kraja za organički život ništa toliko, koliko množina vode, što ju preko godine prima iz atmosfere i način, kako se ta množina razdieli tečajem godine.

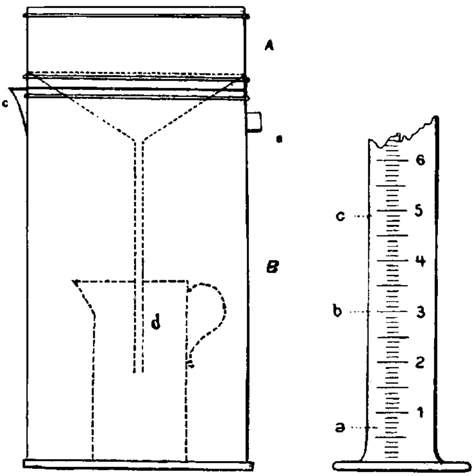
Od vajkada su radi toga osobitu pomnju meteorolozi posvećivali mjerenju kiše i sniega, tih glavnih oblika, u kojima voda iz oblaka pada na Zemlju, spram kojih je treći oblik, makar kako bio strašan u posebnom slučaju, i riedak i malo važan. Najprije nešto o kiši, pa onda o sniegu i tuči.

Kad se vodena para u oblaku sgusne u vodu, postaju veoma sitne vodene kuglice, a ne, kako mnogi i danas još krivo misle, vodeni mjehurići. Promjer je tim kuglicama 59 deset tisućina jednoga milimetra do 169 deset tisućina (po Assmannu 0·0059 — 0·0169 milimetra); Dines je našao kuglica s premjerom od 35 tisućina milimetara, a u gustoj magli pače i od 127 tisućina milimetra. Svaka je takova kuglica puno teža od uzduha oko nje, pa se moramo pitati, zašto oblak lebdi u uzduhu?

Nema sumnje, da se to samo nama tako čini! Kad je uzduh miran, padaju sve kapljice k Zemlji radi svoje težine. Nu to je padanje dosta sporo, jer im se opire uzduh. Kapi s premjerom od $^1/_2$ milimetra ne dosegnu veću brzinu padanja od 4 metra u sekundi, a kad su kapi manje, ta se brzina takodjer naglo umanjuje. Nu kako ove kapljice padajući dolaze u suši i topliji uzduh, brzo izhlape, pa ih nestaje. S druge se strane u gornjim vrstama tvore nove kapljice, pa zato nam se velika hrpa takih kapljica t. j. oblak čini, kao da je tielo malo promjenljivo, koje lebdi u uzduhu. Zapravo je pako u oblaku uviek gibanje: nove kapljice postaju, a stare se razpadaju.

Postaju li te sitne kapljice u oblaku veoma naglo, stopit će se mnogo njih u veliku kap vode, ako je temperatura ondje iznad ništice. Ove mnogo brže padaju na zemlju, pa ne mogu da na putu opet sasma izhlape, nego dodju do zemlje kao kiša. Naučnjaci ju pomno mjere, a zato im je aparat „kišomjer“ ili „ombrometar.“ Opisujemo ovdje austrijski oblik toga važnoga aparata (sl. 76.). To je okrugla limena posuda, kojoj je ploha gornja A velika $\frac{1}{20}$ kvadratnoga metra i ova hvata kišu. Kroz uzku ciev teče ta kiša u podmetnutu čašu, u kojoj se skupi. Uzka ju gornja ciev brani od na-

gloga izhlapljivanja. Da izmjeriš kišu, digneš gornju posudu *A* i izliješ u posudi *d* sakupljenu kišu u staklenu čašu za mjerenje kiše (desno u slici). Na ovaj je urezana mjera u milimetrima, obično do deset milimetara, kojih je svaki dalje razdieljen na 10 dielova, tako da neposredno možeš čitati jednu desetinu milimetra. Metneš čašu s kišom osovno na stol i jednostavno pogledaš do koje linije na mjeri seže voda. Mjeri se pako kiša u milimetrima t. j. kaže se, koliko bi milimetara visoko stajala voda, što je pala iz oblaka, na ravnoj plohi, da ju ništa ne upije zemlja i da ništa ne izhlapi. Seže li voda u čaši do *a*, palo je kiše 0·7 milimetara; seže li do *b*, palo je ravnih 3 milimetra, a seže li do *c*, palo je 4·9 milimetara. Kad bi ta ravna ploha n. pr. bila baš 1 kvadratni metar, a na njoj stoji voda jedan milimetar visoko, jasno je, da je na tom kvadratnom metru ravno jedan milijun kubičnih milimetara vode t. j. 1 kilogram ili 1 litra vode. To će dati za posudu kišomjera, koji je samo $\frac{1}{20}$ kvadratnoga metra, takodjer samo $\frac{1}{20}$ litru vode (= 0·05 litre). Dakle 0·05 litre u čaši za mjerenje je prema jednomu milimetru kiše; bude li u čaši pol litre kiše, znak je, da je palo 10 milimetara kiše i t. d.



Sl. 76. **Kišomjer** (austrijski oblik).

Ako je posuda, koja hvata kišu, drugačija, onda mora i čaša da bude druga. Upotrebljavaju n. pr. mnogo posude, koje imaju plohu od $\frac{1}{10}$ kvadratnoga metra. Ako pane 1 milimetar kiše, to je u toj posudi baš 1 decilitar, dakle u čaši za mjerenje vriedi svaki decilitar vode za jedan milimetar kiše. Bude li u njoj pol litre vode, znak je, da je palo 5 milimetara kiše.

Kako je mjerenje kiše za svaku zemlju veoma važna stvar, još ćemo koju reći o namještaju kišomjera. On treba da stoji na mjestu, gdje kiša može u nj padati sa svih strana. Posuda treba da stoji iznad tla toliko visoko, da ju ne može zatrpati snieg. Ne

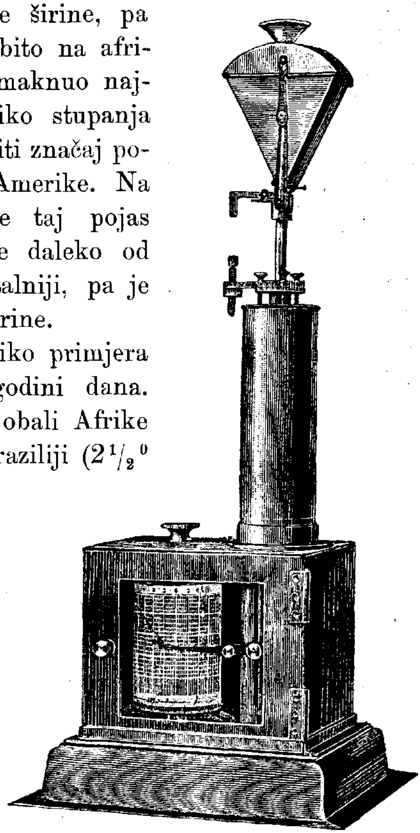
smije da stoji na mjestu, kuda vjetar nakupi snieg. Snieg ne će padati u tom slučaju u kišomjer, a s druge se strane može dogoditi i to, da vjetar digne snieg i odnese. Treba li hvatati i mjeriti snieg, digne se gornja posuda *A* s kišomjera i čaša *d*, pa snieg pada u veliku cilindričku posudu *B*. Snieg se raztopi i onda mjeri u istoj čaši. Do mjesta, gdje je kišomjer namješten, stoji veoma mnogo, jer je množina kiše jako ovisna o mjestnim prilikama. Smjesti ga uviek na takovom mjestu, za koje možeš misliti, da tako kao na tom mjestu od prilike pada kiša u cieloj okolici. Kišu i snieg treba mjeriti odmah, čim panu, a i inače treba svaki dan bar jedan put pogledati u kišomjer, nije li u njemu nešto vode. Da dobiješ použdan priegled o množini kiše u kojem mjestu, tomu se hoće dugi niz godina za mjerenje kiše, jer nema pojava u uzduhu, koji bi bio tako nepravilan kao kiša. To je i uzrok, da mi o kiši u raznim krajevima Zemlje znamo mnogo manje pouzdanoga, nego o drugim meteorološkim pojavima. Evo tomu karakterističnoga primjera. Berlinska je podružnica njemačkoga meteorološkoga društva nedavno namjestila oko Berlina kišomjere u Charlottenburgu, Plötzenseeu, Martiniquefeldu, botaničkom vrtu i Steglitzu, da izpita točnost u mjerenju kiše. Ako je godišnja množina u Charlottenburgu 100, bila je u Plötzensee-u 99·0, Martiniquefeldu 91·8, botaničkom vrtu 89·7, Steglitzu 88·4. Te su razlike veoma velike prema zavjetrini, u kojoj je bio kišomjer. Na većim observatorijima meteorološkim stoje danas i savršeniji kišomjeri od opisanoga. Jedan od najboljih je danas u našoj sl. 77. nacrtani kišomjer od Usteri-Reinacha u Baselu, koji s pomoću kazala sam bilježi, koliko kiše pada i u koje doba dana ili noći. S ovim savršenijim aparatom možemo na papiru, namotanom oko valjka, koji se jednolično vrti oko osovine, i poslije odrediti, koliko je palo kiše u makar kojem odsjeku dana ili noći. Aparat je naime tako udešen, da posuda, koja hvata kišu, svojom sve većom težinom tlači na elastično pero, koje prema tomu pomiče kazalo na papiru. Kad je posuda puna, izvrne se sama, kiša se izlije, a posuda se smjesta opet sama namjesti, kako treba. I u Zagrebačkom je observatoriju taki kišomjer od g. 1895. namješten.

Nu kraj svih ovih nepravilnosti dala nam je nauka ipak u velikim crtama bar sliku o tom, koliko i kako kiša pada u raznim krajevima zemaljske kugle. Vriedno je, da je u glavnom proučimo!

Počnimo s tropskim krajevima. Oko ekvatora je uzak pojas uzdušnih tišina. Gdje taj pojas prolazi tihim i atlantskim oceanom,

tamo je kraj, koji se iztiče izvanrednom množinom kiše, radi toga je najneugodniji kraj za brodare. Uzduh je topao i pun vodene pare, a uzdušna struja u vis veoma snažna. Je li čudo, da u ekvatorijalnom pojasu tišina (kalma) kiša pada na dan poprieko 9 sati? Noći su vedrije, jer u noći popusti uzdušna struja u vis. Taj se pojas u atlantskom oceanu nešto pomiče sa Suncem i u kolovozu dosegne do 10. stupnja sjeverne širine, pa se kao kišoviti pojas očituje osobito na afrikanskoj obali. U veljači se je odmaknuo najdalje na jug, pa je samo nekoliko stupanja od ekvatora daleko, a svoj kišoviti značaj pokazuje osobito na obali južne Amerike. Na tihom se oceanu mnogo manje taj pojas mienja, pa se nikada ne odmiče daleko od ekvatora. Na kopnima je još stalniji, pa je uviek izmedju 5° i 3° sjeverne širine.

Iz ovoga pojasa evo nekoliko primjera za poprieĉnu množinu kiše u godini dana. Ima: Sierra Leone na zapadnoj obali Afrike 4800 milimetara, Maranhao u Braziliji ($2^1/_2$° izpod ekvatora) 7110 mm., Kanarski otoci samo 230 mm.; Vera Cruz u Mexiku 4650 mm., Sandwich-otoci 1400 mm., Tahiti 1200 mm., Cap York na sjevernoj obali Australije 2210 mm. Doba najveće kiše pada u tropskim krajevima na doba godine, kada Sunce stoji najviše. Krajevi oko ekvatora po tom imaju dvie kišovite periode u godini: jednu u proljeću, a drugu u jesen. Čim dalje odemo od ekvatora tim se više obje periode stapaju u jednu, koja pada u doba najvrućega ljeta. U tim krajevima, gdje se temperatura uzduha tečajem godine tako malo mienja, razpada se godina samo u dvie pole: suhu periodu prema našoj zimi i kišovitu periodu prema našemu ljetu.



Sl. 77. Ombrograf od Usteri-Reinacha.

Radi osobitih prilika pretječe množinom kiše sve zemlje na svietu prednja Indija.

U okolini gore Ghats pada na godinu 4500 do 6500 milimetara kiše. U nutrinji zemlje ne pane više nego 800 milimetara, a na obroncima Himalaje, sjeverno od Kalkute raste opet množina kiše i dosegne u Cherrapunji, 1250 metara nad morem, najveći broj, koji je na Zemlji poznat, naime 14200 milimetara na godinu. I na iztočnoj strani bengalskoga zaliva pada mnogo kiše: u Maulmeinu 4445 milimetara, u Akyabu 5570, a u Aracanu 5080 milimetara na godinu. U tim krajevima pada kiša tako jako, da je više nalik na vodene konce, nego na padajuće kapi U Cherapunji n. pr. palo je dne 24. lipnja god. 1876. za 24 sata 1036 mm. kiše, a od 12. do 15. lipnja, dakle za 4 dana, 2591 mm. ili 26 hektolitara na svaki kvadratni metar. Toliko kiše, koliko ovdje zna pasti za jedan dan, ne pada drugdje u godini dana. U umjerenim se pojasima kiša jednoličnije porazdieli na godišnje dobi nego u tropskim krajevima i poprieko je pada mnogo manje na godinu. Kiša se dosta pravilno razdieli na mjesece, nu ipak ima krajeva, gdje je pane toliko kao u tropima. Baš je u Dalmaciji mjesto, odlično s te strane: u Crkvicama pada na godinu 4240 milimetara kiše.

Nas u prvom redu zanima Evropa. Južna Evropa ima najviše kiše u zimi, jer često pušu jugozapadni vjetrovi, dok u ljetu vjetrovi dolaze s kopna. U Alpama se godišnja množina kiše popne do 2000 mm. na godinu. Zapadna obala Evrope ima najviše kiše u jesen radi jugozapadnih vjetrova, koji struje po toplom moru. Ako se ovi vjetrovi moraju penjati naglo uz brda, nastaje nama dobro poznata uzdušna struja u vis i množina oborine raste; n. pr. na zapadnoj obali Irske pada 1000 mm. kiše, a na zapadnoj obali Norvežke izmedju 1000 i 2000 mm. U sredini Evrope pada najviše kiše u ljetu, kada ugrijano tlo izvodi krepke uzdušne struje u vis, ali je godišnja množina mnogo manja, oko 500 mm. Gotovo u cieloj austro-ugarskoj monarkiji je lipanj mjesec, u kojem pane najviše kiše. U Hrvatskoj se u obće natječu dva mjeseca o prvenstvo: lipanj i listopad.

Na hrvatskoj obali jadranskoga mora prevladao je listopad sve do 44. stupnja širine. Niže dolje se iztiče studeni, a Krf ima već maksimum kiše izmedju studenoga i prosinca.

Priložena tablica pokazuje godišnju množinu kiše za 146 mjesta na zemaljskoj kugli u centimetrima po najnovijim mjerenjima.

Srednja godišnja visina kiše za nekoja mjesta na Zemlji u centimetrima.

Tromsö	104	Leipzig	54	Mletci	89
Bergen	186	Dresden	54	Rim	80
Kristianija	59	Varšava	58	Atena	39
Upsala	56	Breslava	56	Carigrad	70
Kopenhagen	59	Strassburg	67	Jerusolim	49
Edinburgh	59	München	81	Aleksandrija	22
Manchester	90	Plzenj	50	Suez	3
London	61	Prag	47	Petrograd	42
Dublin	74	Brno	50	Odessa	36
Pariz	58	Beč	59	Barnaul	23
Bordeaux	66	Krakov	63	Peking	61
Lyon	78	Lavov	68	Sitka	225
Marseille	55	Sibinj	66	S. Francisko	60
Valladolid	32	Budapešta	53	New—York	120
Madrid	38	Zagreb	90	Buenos Ayres	87
Zaragossa	33	Sv. Bernhard [2470 m.]	112	Algir	79
Gibraltar	76	Zürich	110	Adelaide	54
Lissabon	73	Salzburg	116	Sydney	129
Sierra Estrella [1440]	391	Innsbruck	87	Hilo (Havaii)	369
Kiel	65	Cjelovac	96	Batavia	178
Hamburg	66	Gradac	79	Buitenzorg (265 m.)	446
Hannover	57	Ljubljana	142	Rio de Janeiro	121
Brüssel	71	Trst	111	Cayenne	330
Köln	59	Rieka	153	Havanna	232
Frankfurt n. M	62	Hvar	79	Calcuta	167
Brocken (vrh 1142 m.)	167	Crkvice (1050 m.)	429	Bombay	188
Berlin	59	Krf	132	Cerra Punji [1250 m.]	1480

Nu i u našim krajevima se gdjekada prolomi oblak, pa pane neobična množina kiše. Tako je n. pr. na Rieci dne 30. rujna god. 1892. za $8^1/_2$ sati palo 208 milimetara t. j. 24·5 mm. na sat; za 48 sati palo je ondje 515 milimetara.

Tko se potrudi, da prouči gornju tablicu, naći će najprije, da je godišnja množina kiše dosta različna: uz Suez sa 30 milimetara i Bishop Creek (u Kaliforniji) sa 33 mm. na godinu nalazimo na iztočnoj obali Brazilije mjesta sa 3612 mm., a u Indiji još više.

I zakone će nekoje pokazati ova tablica. Za množinu je kiše u prvom redu odlučna blizina mora. U drugom redu svi uzroci uzdušnoj struji u vis, koja prija sgušćivanju vodene pare. Gdje se dakle često javljaju vrtlozi u uzdušnom oceanu, u kojima se uzduh penje u vis, tamo pada više kiše. Gdje se vjetar mora penjati uz visok

brieg (luv-strana gore) raste množina do neke visine, a onda opet pada. Na drugoj strani gore, gdje se uzduh spušta (lee-strana gore), tamo je opet manje kiše, a postaju poznati nam pojavi Föhna. Loomis ima za to liep primjer s obale tihoga oceana u sjevernoj Americi, koji ovamo mećemo:

Postaja	Luv-strana				Vrhunac gore	Lee-strana		
	Sakramento	Auburn	Colfax	Cisko		Truckel	Carson-city	Winne-mucka
Visina nad morem u metrima:	11	415	738	800	2139	1774	1411	1328
Kiša u milimetrima:	520	840	1150	1460	1220	750	300	220

Hill je na indijskim postajama oko Himalaje dokazao, da se visina, do koje oborina raste na strani vjetra, podudara s visinom, u kojoj se počinje sgušćivanje pare u uzdušnoj struji u vis. Na niže postaje dolazi manje kiše, jer se kod padanja nešto od svake kapljice izhlapi, a na više postaje takodjer manje, jer je dio oblaka, iz kojega pada kiša, već izpod njih.

Visi nešto napokon i o tom, pod kojim se kutom uzpinje brieg. Ako je 45 stupanja, oborina je dvostruka spram one u ravnom kraju.

O oborini u gradu Zagrebu imamo sada pouzdanih podataka u radnji Dr. Mohorovičića.* Iz ove za klimatičke prilike hrvatskoga glavnoga grada važne radnje priobćujemo ovdje nekoje podatke. U sliedećoj tablici zabilježene su u milimetrima množine oborine, koje su pale od godine 1862. do konca godine 1895. u svakom mjesecu. U posljednjem redku zabilježene su srednje množine oborine za svaki mjesec, kako izlaze iz opažanja od 30 godina (1866.—1895.).

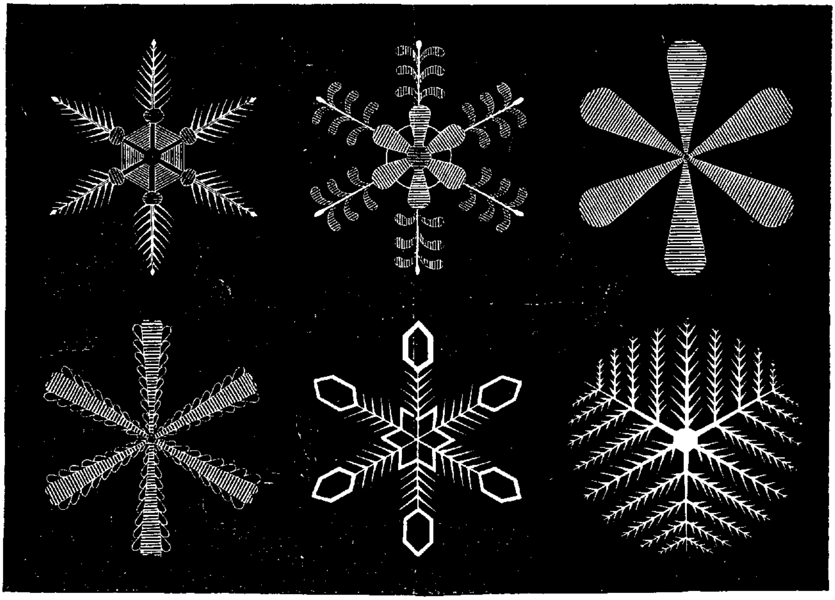
* Izpor.: Mohorovičić: Klima grada Zagreba. I. Dio. Oborine. Rad jugosl. akademije. Knj. 131. Zagreb 1897.

Množina oborine u Zagrebu ubilježena od god. 1862. do 1895.

Godina	Siečanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	Godina
1862	80·7	19·8	66·9	73·0	87·0	39·2	53·5	72·1	63·6	82·2	103·9	38·5	780·4
1863	35·3	7·1	101·9	32·9	55·2	77·9	47·1	61·4	77·9	31·1	102·3	16·6	646·7
1864	20·5	91·9	59·9	71·7	82·9	147·3	111·7	79·2	206·9	17·3	124·7	35·4	1049·4
1865	131·4	34·9	131·8	4·3	21·2	161·5	70·0	52·5	10·9	110·8	34·5	8·5	772·3
1866	34·3	97·8	103·0	70·8	88·7	35·7	189·0	105·4	164·2	41·4	111·8	32·8	1075·2
1867	112·6	50·7	67·3	68·1	73·9	109·5	64·2	51·6	52·1	143·1	21·8	126·2	941·1
1868	53·6	2·5	62·2	89·8	43·1	54·9	90·0	42·1	45·0	77·2	68·2	123·1	751·1
1869	15·3	34·3	82·6	107·1	89·7	104·3	61·3	59·0	42·2	128·5	77·6	122·4	924·3
1870	50·0	50·0	48·1	48.5	61·5	132·9	78·2	265·9	39·5	120·1	108·7	101.9	1105·3
1871	59·1	6·1	53·4	48·5	130·0	128·3	45·3	48·5	84·3	120·1	163·9	35·4	922·9
1872	69·7	36·4	66·9	83·5	33·6	96·7	28·8	96·5	138·3	174·2	92·1	57·2	973·9
1873	71·4	103·6	43·1	90·8	128·8	65·1	63·8	61·7	80·2	42·9	47·0	9·2	807·6
1874	14·5	50·6	26·7	79·9	145.3	136·5	93·4	166·8	22·7	68·3	44·5	177·7	1026·9
1875	14·9	73·6	19·8	28·5	70·4	89·9	84·9	86.9	47·1	218·1	116·6	32·7	883·4
1876	39·4	95·4	115·4	80·0	178·8	145·1	106·1	96·3	122·2	49·6	67·7	88·3	1184·3
1877	63·3	51·7	33·3	91·2	65·1	50·4	48·8	11·1	68·0	34·8	73·2	80·8	671·7
1878	60·0	1·3	32·0	40·4	90·7	83·6	221·1	116·3	114·9	204·7	162·8	66·8	1194·6
1879	57·9	120·9	51·2	115·8	125·9	36·9	58·2	81·7	52·7	117·1	83·9	36·2	937·5
1880	22·3	56·2	10·2	38·3	159·0	113·5	108·9	145·6	131·8	116·4	105·1	42·0	1049·3
1881	98·5	31·6	74·8	88.6	32·6	77·4	54·5	55·7	59·5	204·3	13·4	35·8	826·7
1882	6·5	22·2	54·5	38·5	46·7	102·1	102·7	140·8	142·8	142·8	88·0	80·6	967·5
1883	9·5	26·7	72·9	49·6	86·6	137·3	56·1	43·0	89·4	100·2	129·3	33·0	833·6
1884	7·9	23·8	44·7	97·1	32·1	134·0	90·1	112·3	56·9	122·4	30·2	126·9	878·4
1885	38·9	31·6	37·1	90·6	109·4	51·3	28·7	125·9	52·3	138·2	19·8	54·7	778·5
1886	128·7	30·6	69·0	84·6	25·8	167·4	41·7	106·5	60·0	45·3	70·9	74·4	904·9
1887	22·2	29·4	86·2	25·7	112·1	59·8	31·1	53·1	63·0	81·5	141·7	97·1	802·9
1888	26·3	36·4	86·8	74·5	106·6	100·7	81·4	68·8	53·9	146·3	38·5	21·7	841·9
1889	29·9	102·0	54·0	107·2	60·3	115·6	115·1	51·2	167·4	110·8	50·9	11·6	976·0
1890	8·6	6·9	30·7	134·0	86·7	96·7	60·4	38.2	51·2	92·7	113·3	43·7	763·1
1891	77·6	1·1	80·0	95·6	77·2	65·1	160·0	42·3	44·4	11·8	47·8	39·8	742·7
1892	71·8	44·1	49·7	88·3	98·9	139·2	82·7	76·0	59·1	65·2	17·3	57·1	849·4
1893	50·3	47·5	40·3	7·2	22·4	185·8	128·7	16·8	66·9	75·8	163·6	25·1	830·4
1894	20.1	16·6	9·5	55·8	127·7	99·1	49·5	97·6	61·7	128·3	50·9	54·0	770·8
1895	89·7	108·8	75·6	104·3	61·9	99·0	66·6	98·1	17·3	270·4	37·5	97·5	1126·7
1866-95	47·5	46·4	56·0	74·1	85·7	100·5	83·0	85·4	75·0	113·1	78·5	66·2	911·4

Izlazi dakle po bilježenju od 30 godina, da je srednja godišnja množina oborine u Zagrebu 911·4 milimetara (okruglo 91 centimetar). Najviše dana s oborinom ima poprieko mjesec lipanj (13·45 dana), najmanje veljača (8·1 dana). U godini ima poprieko 133 dana s oborinom. Najranije je pao snieg g. 1871. naime dne 14. listopada. Najkasnije je padao g. 1895. dne 15. svibnja. Najviše je kiše palo za 24 sata dne 4. listopada g. 1888. naime 76 milimetara. Izlazi dalje iz ovih bilježaka, da je negdje oko godine 1860. i g. 1890. najmanje kiše padalo u godini dana, a izmedju godina 1870. i 1880. najviše. Po računu

pisca razprave izlazi, da se množina godišnje oborine periodično mienja u Zagrebu t. j. ima niz godina, kada pada sve više kiše, onda opet dolazi niz godina, kada je pada sve manje; ponovno raste i pada. Dužina je ove periode 30·5 godina. Dakle uviek nakon 30·5 godina imamo očekivati u Zagrebu godine s velikom oborinom. Posljednja godina s velikom oborinom bila je g. 1876. a bližnja će biti oko godine 1907. Po računu V. Lapaine-a* i velike se vode u Savi ponavljaju nakon 30·5 godina. Takove bijahu godine 1847. i g. 1878., pa će opet biti g. 1908.



Sl. 78. Kristali sniega po Muschenbroeku.

Kad se govori o oborinama, razumieva se u tom i snieg. Za mjerenje se snieg raztopi i mjeri kao i kiša. Ovdje je mjesto da o postanku sniega i njegovim osobitim oblicima nešto rečemo. Kadgod se vodena para mora sgusnuti uz temperaturu izpod ništice, prima oborina oblik leda i čini figure, sastavljene od šestorostranih kristala, koji se znadu složiti u liepe zviezde obično sa šest strana. To su pahuljice sniega (sl. 78.).

---

* Izpor. V. Lapaine: Male i velike vode u Savi. Viesti inžinira i arhitekta. God. 1897. br. 2.

Gdje je temperatura izpod ništice, ostaje oborina kao snieg na zemlji i leži duže. Na morima, u tropskim krajevima, a i većem dielu umjerenoga pojasa pada sva oborina kao kiša. U studenom je pojasu pako gotovo sva u obliku sniega. Na visokim je bregovima takodjer snieg glavna oborina. Najveća množina sniega, što padne preko zime, raztopi se u ljetu, ali ne sav; nešto ga ostane na zemlji preko cieloga ljeta. Najnižu granicu, do koje taj snieg (vječni Firn) seže, zovu granicom sniega. U polarnim je krajevima veoma nizka, oko ekvatora se digne visoko. Gdje je, to visi u prvom redu o snagi ljetnoga žara sunčanoga, ali nešto i o mjestnim prilikama. Na otoku Jan Mayen je n. pr. 700 metara nad površinom mora, u Norvežkoj 800 do 1600 metara, u Alpama 2700 metara, na suhoj strani Himalaje 5300 metara, na južnoj vlažnoj strani 4300 metara, u Andama (na ekvatoru) 4300 metara, a kod Magellanove ceste opet 1130 metara.

Gdje snieg ostaje dugo vremena, tu se donje njegove vrste po malo pretvaraju u led, i taj se led kao kakova gusta masa spušta s kose gorske u doline, nalik na ledenu rieku. To su ledenjaci ili plazuri (Gletscher). Svagdje ih je na Zemlji, gdje se sgusnuta para iz oblaka obara kao snieg, samo ako ga dosta pada. Gdjegdje se spuštaju duboko u doline. U Grönlandu, gdje je gotovo sva nutarnja strana pokrita ledenjacima, na Spitzbergenu, pa u antarktičnom (?) kopnu, od kojega do sada nisu ništa ni vidjeli, nego ledena polja njegova, sežu ledenjaci do obale morske, pače idu i u more. Nu, kako je led lakši od morske vode, kuša da pliva po njemu, pa se zato okrajci tih ledenjaka odkinu i plivaju po oceanu kao golemi ledeni bregovi, gdjekada nekoliko stotina metara dugi i široki. Vjetrovi ih tako odnesu često daleko u toplije krajeve, prije nego što dospiju da se raztope. U atlantskom oceanu zalaze još u Golfstrom na iztoku New-Foundlanda, a u južnom oceanu se probiju čak do rta dobre nade, primiču se Tasmaniji i dosta ih je još kod Cap Horna. Oni dosta ohlade more, po kojemu plivaju. Sniežna polja i ledenjaci utječu na podneblje kraja dosta jako, jer pospješuju svojim ohladjivanjem uzduha postanak oborina.

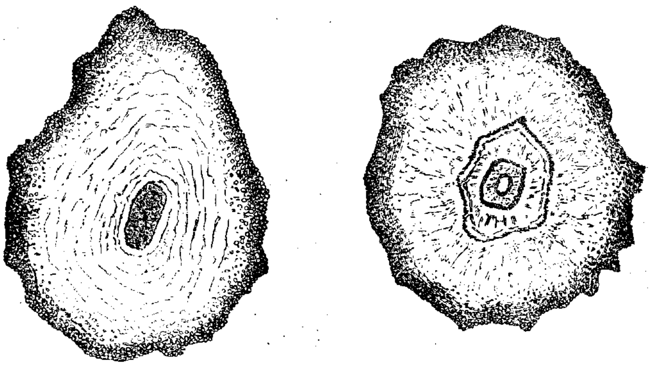
Na koncu još nekoliko rieči o kiši kao faktoru podneblja (klime). Da je kiša jedan od prvih faktora, za to, da ljudi mogu obitavati u kojemu kraju, to zna svatko iz svoga izkustva, jer je jamačno doživio neprilike, koje se pokažu, čim izostane kiša nekoliko nedjelja. Vriedno je dakle, da ovdje složimo sve, što utječe na posta-

janje kiše. Tu su u prvomu redu vjetrovi, koji sobom daleko nose u kopna velike mase vodene pare iz mora i oceana. O njima govori posebni članak. Drugi su važni faktor bregovi. Vidjesmo kod Föhna, kako silno utječe brieg na to, da se vodena para sgusne, a tim i na množinu oborine. Oni sile obćene uzdušne struje, da se dižu uz brdo, a i sami bude uzdušne struje u vis, iz kojih se izleže kiša ili snieg. Radi toga se u svim klimatima osobito iztiče utjecanje bregova na množinu oborine; bregoviti su krajevi kao otoci na zemaljskoj kugli, na kojima je i češće i više kiše, nego naokolo. Treći je važni faktor šuma. Staro je već mišljenje, da šume utječu na to, koliko padne kiše i kako često pada, pa da krajevi, u kojima se sieče šuma nerazborito, postanu suhi i neplodni, razboritim pako uzgajanjem šuma opet dobiju više kiše. Naučna su iztraživanja Ebermayera, Grahama i Rohlfsa to i potvrdila. Napose pako izlazi to iz meteoroložkih izvještaja Blanforda za britsku iztočnu Indiju, gdje su u jednom kraju sadili šumu, pa je množina kiše od god. 1875. amo poskočila za 150 milimetara. J. Studnička dokazao je to za Češku, a jedan od najljepših primjera za to je otok St. Helena, na kojemu danas dva puta toliko kiše pada kao za vremena, kad je ondje živio zarobljeni Napoleon I., a to radi toga, što su posadili mnogo šume. I drugih je primjera tomu do volje.

Do toga, kolika je poprieko toplina uzduha i koliko i kada pada kiša, u prvomu redu stoji sposobnost kojega mjesta za trajno živovanje ljudi u njemu i za bogatstvo života, koji će se u njemu razviti. Krajevi s malo kiše ili ništa jesu radi toga pustinje, a ima ih prilično na zemlji. Čine cieli pas, koji se provlači sjevernom Afrikom izmedju 18. i 30. stupnja sjeverne širine kao Sahara i libyjska pustinja, pa onda prelazi u Aziju preko Arabije, Syrije, Mesopotamije u visočinu Irana sve do Inda. U tom su pasu krajevi, u kojima pada najmanje kiše na cielom svietu. N. pr. Biskra u Algiru 220 milimetara, Aleksandrija u Egiptu 210 milimetara i Suez 30 milimetara. Na sjeveroiztoku mu se priključuju stepe u nizinama oko Kaspijskog mora (Astrahan 120 milimetara, Aleksandrovsk 130 milimetara). Još dalje na iztok je u viencu najviših gora zemaljskih pustinja Gobi. Bregovi naokolo sgusnu svu paru, koja s vjetrovima dolazi i zato ulaze suhi u pustinju Gobi. Manjak od nekoliko stotina milimetara kiše na godinu, pretvori cieli kraj u pustinju! I u sjevernoj Americi ima takovih krajeva, na iztočnoj strani gore pećinâ (Felsengebirge) i na iztoku Kalifornije. U južnoj Americi do-

biva kraj oko rieke Amazona dosta kiše, nu za čudo malo zapadna strana Anda, makar da je uz ocean, jer obično pušu iztočni vjetrovi, koji preko Anda dodju suhi na zapadnu stranu.

Razmjerno riedak oblik oborine je tuča i solika. Dogadja se kadkada, da već gotove kapi kiše padaju kroz hladniju vrstu uzduha, pa se pri tom smrznu ili se opet pahuljice sniega i kapljice magle smotaju u sitne komadiće leda — to je solika. Od nje se razlikuje tuča u tomu, da se kod ove obično prozirne vrste leda slegnu oko sniežne jezgre i komadi su leda mnogo veći, kako to liepo pokazuje sl. 79. u prorezu. Oblici su tuče dosta raznolični, kako pokazuje naša sl. 80.; ipak je najobičniji oblik okrugli. Srednja su zrna padala s tučom od 12. rujna god. 1863. u Tiflisu i naslikana

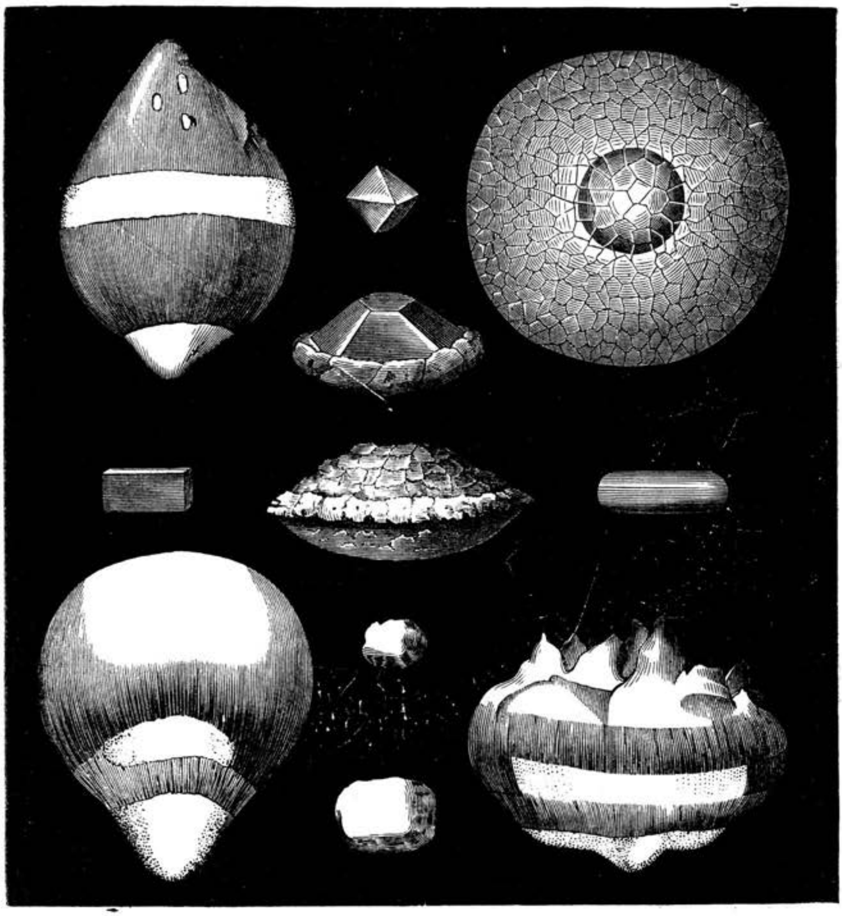


Sl. 79. Sjekotina tučina zrna, koja pokazuje unutrašnju strukturu.

su za petrogradsku akademiju. Ostala zrna potječu od tuče, koja je 29. srpnja g. 1871. padala u Francuzkoj pod večer oko 6 sati. Veličine su prave. Vidi se, da zrna mogu imati najrazličnije oblike, počamši od obične smrznute kapi vodene, pa sve do najčudnijih sastavljenih oblika. Našli su već komada tuče težkih više nego 1 kilogram. Naša sl. 81. pokazuje osobito veliku tuču, koja je harala u kolovozu g. 1879. u Queenstownu (rt dobre nade). Razlupala je cigle na krovovima, ubijala koze. Na mjestu načiniše sliku, koju ovdje iznosimo, da bude jasnija veličina tih zrna. Kako postaje tuča, još uviek nije posvema jasno. Stalno je, da se i kod ovoga pojava, kao i kod nagle kiše, sgušćivanje vodene pare zbiva veoma brzo i obilno, a tomu treba, da se veoma vlažan uzduh diže veoma naglo u visinu. Pitanje je sada, zašto se voda u takovomu oblaku tako

jako ohladi i zašto zrna tuče tako dugo lebde u oblaku, da mogu ponovno na se primati nove vrste leda?

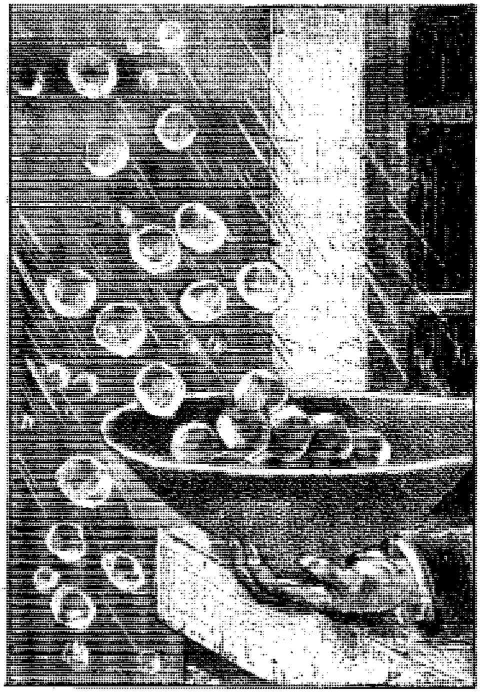
Po Voltinoj teoriji tuče, koju je nedavno Marangoni bitno popravio, tumači se tuča ovako. Po toj teoriji kapi kiše, koje postaju u



Sl. 80. Razni oblici tuče.

oblaku, ponovno izhlapljuju radi veoma žestokoga gibanja u takovom oblaku. Nu da izhlapi jedan kilogram vode, za to se potroši toliko topline, koliko za $7^1/_2$ kilograma vode, da se smrzne. Kada znamo ovu fizikalnu istinu, jamačno nam ne će biti čudno, što se u razmjerno nizkim vrstama uzduha zna gdjekada načiniti tolika množina leda.

Da raztumači dugo lebdenje zrna u visinu, upotriebio je Volta elektricitet. Po tom, što se u zrnu tuče često nadju izmjenice prozirne i sniežne vrste leda, možemo zaključiti, da zrno tuče skače tamo i amo medju dva oblaka s protivnim elektricitetima. Jedan je oblak sastavljen od kapi kiše, a drugi od kristala sniega. A da u oblaku, koji nosi sobom tuču, zaista mora da bude velikih množina protivnoga elektriciteta, to pokazuju neprestane sijavice, koje se često vide uz oluju s tučom. To su pako munje, koje ne skaču od oblaka k zemlji, nego od jednoga diela oblaka k drugomu. Oluja s tučom zna silne mase leda baciti na zemlju. Primjer neka bude iz najnovijega vremena oluja s tučom od 7. lipnja g. 1894., koja se je izsula u jutro toga dana baš nad Beč. U sredini je grada palo 43·5 milimetara oborine, gotovo sve u obliku tuče, a to će reći gotovo sto kilograma na svaki kvadratni metar! Beč je iza oluje bio nalik na bombardirani grad. Za nekoliko se minuta razlupalo više nego jedan milijun staklenih ploča; stabla su ostala bez lišća, a još kasno na večer mogao si u ulicama grada gledati velike hrpe leda, preko kojih nisi mogao pogledati!



Sl. 81. Tuča kao naranča velika.

Spoznaja, da je oborina ponajvažniji uvjet napredovanju ljudi, dala je povoda pitanju, ne bi li se mogla kiša umjetnim načinom izazvati. Mnogo se pisalo prije nekoliko godina o pokusima u Texasu, da se eksplozijama izazove umjetna kiša. Točnog mjerenja oborine, koju da su kod tih pokusa dobili, nije bilo; radi toga izvješćima nisu pravo vjerovali, akoprem se mora priznati, da nije

nemoguće umjetnim načinom izazvati kišu. Nu prije će jamačno trebati da stručnjaci pomno prouče sve potankosti kod sguščivanja pare i tvorenja kapi, koje su danas još nepoznate. Sva je prilika, da i elektricitet dosta utječe, kada se sitne kapljice magle slievaju u veće kapi. Radi toga su već i pokušali iz oblaka dobiti kišu i tim, da su mu umjetnim načinom oduzeli nešto elektriciteta. Vele, da su i ti pokusi dobro uspjeli. Tu smo već prešli sa stalne podloge istine na polje spekulacija. Što će biti od njih, to će pokazati nedaleka možda budućnost.

* * *

Kako je ne samo za poznavanje klime, nego za mnoge tehničke radnje u svakoj zemlji prieko nuždno, da se zna, koliko se obori vode poprieko u godini dana iz atmosfere, postao je trudom zemalj. gradjevnoga odsjeka a troškom zemaljskim u Hrvatskoj i Slavoniji od posljednih 20 godina priličan broj postaja, na kojima se mjeri redovno oborina. Zovu se ombrometrijske postaje ili postaje za mjerenje kiše. Svi se ovi podatci kupe i izračunavaju kod gradjevnoga odsjeka kr. zemaljske vlade u Zagrebu, koji je do sada već izdao tri publikacije o toj stvari: 1. Oborine u kraljevinah Hrvatskoj i Slavoniji. U Zagrebu 1891.; 2. Oborine u kraljevinah Hrvatskoj i Slavoniji do konca godine 1892. Zagreb 1893., i 3. Oborine u kraljevinama Hrvatskoj i Slavoniji godine 1893. U Zagrebu 1897. — Hvala tomu nastojanju, poznajemo danas ovaj ponajvažniji klimatički elemenat prilično dobro. Po ovima dajemo našim čitateljima u jednoj tablici priegled o srednjoj godišnjoj množini oborine u većem broju mjesta u Hrvatskoj i Slavoniji.

Koncem godine 1892. bilo je u Hrvatskoj i Slavoniji u svemu 48 ombrometrijskih postaja, a tečajem godine 1893. porasao je pače broj njihov na 64. Od tih je postaja bilo njih 7 kod podpunih meteoroložkih štacija u Bakru, Gospiću, Osieku, Rakovcu kraj Karlovca, na Rieci, u Senju i u Zagrebu, dočim su ostale bile lih ombrometrijke štacije. Po broju godina, koliko se mjerila oborina do konca g. 1892., razdielile su se ove postaje ovako:

1	postaja mjeri	31	godinu.	2	postaje mjere	8	godina.
2	„ „	20	„	2	„ „	7	„
1	„ „	19	„	9	„ „	6	„
10	„ „	15	„	4	„ „	5	„
2	„ „	15	„	1	„ „	4	„

5 postaja mjeri	14 godinu.	3 postaje mjere	2 godine.
4 „ „	13 „	1 „ „	1 „
1 „ „	12 „		

U našoj su tablici sve postaje, koje su mjerile oborinu bar pet godina do konca godine 1892. U svemu ih je 42 (bez Zagreba, za koji je umetnuta već prije posebna tablica).

U priloženoj tablici je uz svako mjesto u prvom redku visina postaje iznad mora u metrima, u drugom i trećem njegova geografska širina i dužina (ova od Ferro-a), a u trećem broj godina, koliko se mjerila oborina. U četvrtom je redku zabilježena srednja godišnja oborina na temelju mjerenjâ izvedenih do konca godine 1892., a izražena je u centimetrima. U petom je redku zabilježena najveća do sada opažena godišnja oborina, a pod njom odmah godina, u kojoj je pala. Na koncu dolazi redak, u kojemu je zabilježeno, koliko je poprieko dana u godini, kad pada oborina (kiša snieg, tuča).

Iz tablice se mogu izvoditi dosta zanimljivi zaključci.

Većina postaja, koje su mjerile oborinu duži niz godina, počele su taj posao godine 1877. po nalogu bivše krajiške uprave. Poradi toga naći ćemo sva ta mjesta u bivšoj Krajini. Kao godina s najvećom oborinom iztiče se u tim mjestima godina 1878., dočim je po Zagrebačkim podatcima takova bila godina 1876. Kod postaja pako, koje su počele svoja mjerenja poslije ovih godina, s najvećom oborinom iztiče se opet godina 1889. kao godina, gdje je bilo mnogo oborine. Potvrdjuje se dakle za cielu Hrvatsku, da je negdje izmedju 1876.—1878. bilo doba velikih oborina.

Tko se zadube u proučavanje ove zanimljive tablice, moći će doći i do drugih zanimljivih rezultata. Nije ovdje mjesto, da razpredamo stvar dalje.

Priegled o srednjoj godišnjoj oborini u nekojim mjestima u Hrvatskoj i Slavoniji.

	Bag (Karlobag)	Bakar	Belovar	Brod na Savi	Daruvar	Fužine	Glina	Gospić	Gračac	Gradiška Nova	Gradiška Stara	Jasenak	Jasenovac	Jelenska	Sv. Ivan Zelina	Karlovci	Kostajnica	Kravarsko	Križ Vojni	Križevac	Kutina
Visina iznad mora u metrima	5	20	135	96	155	732	112	565	562	129	96	628	92	160	204	80	110	146	244	149	149
Geogr. širina	44° 31′	45° 18′	45° 54′	45° 9′	45° 36′	45° 18′	45° 20′	44° 33′	44° 18′	45° 16′	45° 9′	45° 14′	45° 16′	45° 36′	45° 58′	45° 12′	45° 14′	45° 35′	45° 40′	46° 2′	45° 29′
Geogr. dužina (od Ferro-a)	32° 44′	32° 12′	44° 30′	35° 41′	34° 53′	32° 23′	33° 45′	33° 2′	33° 31′	35° 3′	34° 54′	32° 43′	34° 35′	34° 21′	33° 55′	37° 36′	33° 22′	33° 43′	34° 11′	34° 13′	34° 26′
Broj godinâ	15	5	13	14	5	7	16	20	16	16	16	13	14	6	6	14	16	5	6	6	6
Srednja godišnja oborina u centimetrima	119	143	82	70	66	249	111	138	207	67	79	201	64	74	75	57	101	63	68	71	87
Najveća oborina i njezina godina	155 1885.	178 1889.	108 1879.	91 1883.	78 1886.	322 1887.	168 1882.	204 1878.	242 1885.	93 1882.	101 1882.	270 1885.	113 1878.	98 1889.	93 1889.	86 1881.	138 1878.	88 1889.	74 1891.	91 1889.	114 1889.
Broj dana, kad je bilo oborine	81	112	141	107	84	162	121	133	107	111	115	141	88	73	130	99	132	100	58	92	109

	Lepoglava	Mečenčani	Mitrovica	Ogulin	Osiek, grad	Otočac	Pakrac	Petrinja	Petrovaradin	Požega	Rakovac	Rieka	Rugvica	Senj	Sljeme	Slunj	Sunja	Vinkovci	Virovitica	Zavalje	Zemun
Visina iznad mora u metrima	246	179	87	323	94	459	178	106	119	152	112	3	99	7	935	258	100	90	122	423	79
Geogr. širina	46° 13′	45° 17′	44° 58′	45° 16′	45° 33′	44° 52′	45° 26′	45° 26′	45° 15′	45° 20′	45° 29′	45° 20′	45° 45′	44° 59′	45° 54′	45° 7′	45° 22′	45° 17′	45° 15′	44° 47′	44° 51′
Geogr. dužina (od Ferro-a)	33° 43′	34° 6′	37° 17′	32° 54′	36° 22′	32° 54′	34° 52′	33° 57′	37° 33′	35° 21′	33° 14′	32° 6′	33° 54′	32° 34′	33° 36′	33° 15′	34° 14′	36° 28′	35° 3′	33° 31′	38° 4′
Broj godinâ	8	6	14	16	13	16	6	14	16	8	19	12	6	20	5	16	6	15	7	13	16
Srednja godišnja oborina u centimetrima	114	90	68	135	74	102	81	87	61	72	100	152	79	99	118	88	71	73	78	118	59
Najveća oborina i njezina godina	125 1889.	108 1889.	107 1877.	173 1885.	114 1878.	142 1878.	94 1889.	110 1878.	78 1878.	84 1889.	130 1878.	178 1872.	91 1889.	153 1887.	132 1889.	133 1881.	90 1889.	140 1881.	95 1889.	155 1887.	72 1878.
Broj dana, kad je bilo oborine	107	117	112	145	113	101	116	101	113	119	123	148	88	105	106	79	82	94	109	114	102

VI.

Gibanje uzdušnoga oceana. Vjetrovi.

Homogena (jednolika) atmosfera. — Postanak vjetra. — Vjeternica i vjetrenjača. — Anemometar od Robinsona. — Jakost vjetra. — Wildova ploča. — Zavjetrina. — Stalni, periodični i obični vjetrovi. — Srednji smjer vjetrova na zemaljskoj kugli. — Pojas tišina ili kalma na ekvatoru. — Passat i antipassat. — Kolanje (cirkulacija) atmosfere. — Pojas i tišina na obratnicima. — Promjenljivi vjetrovi. — Obćena cirkulacija u atmosferi. — Struje u atmosferi. — Doveov zakon. — Vjetar prema tlaku uzduha. — Temeljni zakoni za vjetrove: Zakon Buys-Ballotov i zakon Stevensonov. — Barometrički gradient. — Van Bebberovo pravilo. — Monsuni. — Vjetrovi s kraja i s mora. — Jakost vjetrova preko dana.

„Nigda nij' na miru" to je prava rieč za uzdušni ocean oko Zemlje. Kao ljuska, tanka i prozračna, slegao se uzduh oko nje i tlači svaki njezin kvadratni metar velikim tlakom od 10.333 kilograma. To je tlak od „jedne atmosfere", koji i u tehnici ima veliku rieč. Da je naš uzduh posvema suh, da je od površine zemaljske pa sve do granice svoje jednako gust, da mu je napokon temperatura od dna do površine svagdje 0° C., morao bi uzduh, koji tolikom silom tlači na površini zemaljskoj, biti visok 7991 metar ili okruglo osam kilometara, kako bi nam pokazao jednostavan račun, ako se spomenemo, da kubični metar takovoga uzduha važe 1.293 kilograma. To bi bila visina „homogene (jednolike) atmosfere." Ali take atmosfere nema. Znademo već i mi, da je tlak uzduha sve manji, što se više dižemo u atmosferu. Uzmemo li, da je tlak uzduha na površini morskoj 762 milimetra uz temperaturu 0° C., pokazuje ova mala tablica, kolik je uz istu temperaturu u raznim visinama nad morem.

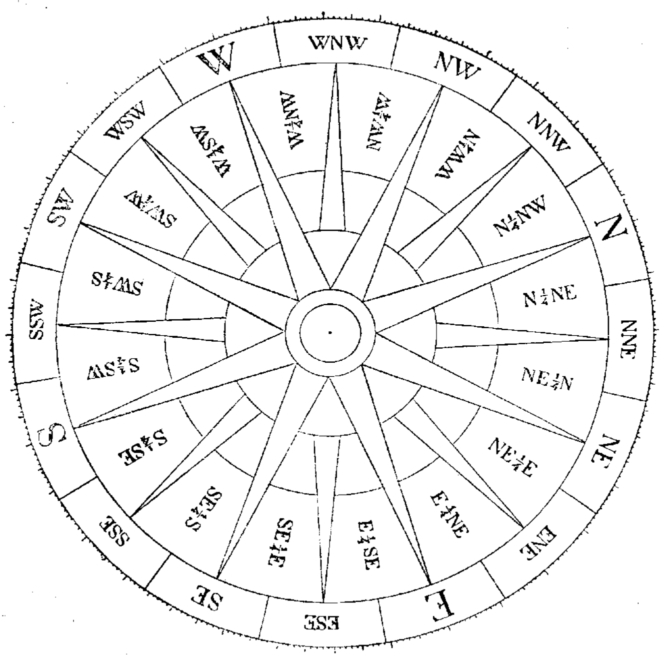
Tlak uzduha:	760	730	700	670	640	610	580	550	520	490	milim.
Visina nad morem:	20	340	680	1030	1390	1780	2180	2600	3950	3530	met.
Padanje za 1 mm. na:	10·5	10·9	11·4	11·9	12·5	13·1	13·8	14·5	15·4	16·3	met.

Kad bi ta naša atmosfera svagdje na površini Zemlje i u svakoj horizontalnoj vrsti iznad nje bila jednako topla, bio bi i njezin tlak svagdje na površini kugle zemaljske jednak, a i u svakoj vrsti, koja je u istoj daljini nad površinom. Rjedje bi se vrste slagale na gušće, kao ulje na vodi, a u uzdušnom bi oceanu bila vječna tišina. Nu što će se dogoditi, ako temperatura nije svagdje jednaka? To je veoma liepo pokazao Franklin pokusom, koji će svaki čovjek lako ponoviti u zimsko doba. Otvoriš li vrata, koja sastavljaju dvije sobe, studenu i dobro naloženu, postat će dvije struje uzduha (sl 82.). Uzduh iz naložene sobe, mnogo lakši, teče na gornjoj strani u hladnu sobu, a hladni uzduh, mnogo gušći, teče na dolnjoj strani u toplu sobu. Dvije zapaljene svieće, smještene na gornjem i dolnjem kraju vrata, pokazuju svojim plamenom vrlo liepo obje suprotne struje uzduha. U sredini od prilike bit će treći plamen na miru. Ovaj isti uzrok izvodi uzdušnu struju u vis u našim pećima i u cilindrima naših svjetiljaka. U malom omjeru pokazuje Franklinov pokus ono, što se u prirodi svaki čas zbiva u uzdušnom oceanu: postaju struje, uzduh se giba, velimo: vjetar puše. Vjetar je dakle uzduh, koji se giba. Nu gibanje je uzduha u prirodi trovrstno: ili se giba horizontalno na površini Zemlje, ili se giba u vis, ili se napokon giba dolje. Kad govorimo o vjetru, mislimo ono prvo horizontalno gibanje, koje najbolje opažamo i koje zna doseći



Sl. 82. Postajanje uzdušnih struja radi nejednake temperature njegovih vrsta.

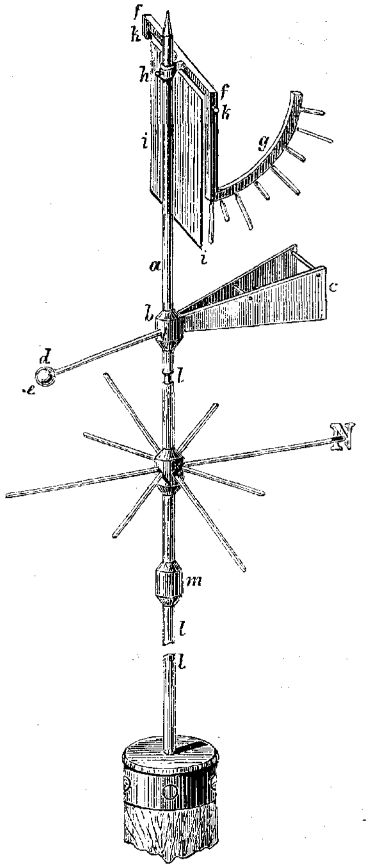
veliku brzinu. Ona druga dva gibanja, koja se doduše veoma često javljaju u atmosferi, mnogo su sporija, a i motrenju nedosežna, pa se obično izključuju od pojma vjetra. Čim govorimo o vjetru, dva su nam pitanja na jeziku: u kojemu smjeru puše vjetar i kolika mu je brzina? Smjer vjetra odredjujemo vjeternicom, po onoj strani svieta, iz koje nam dolazi (sl. 83.). Obično razlikujemo 8 smjerova za vjetrove: Sjever (N), Sjeveroiztok (NE), Iztok (E), Jugoiztok (SE), Jug (S), Jugozapad (SW), Zapad (W), Sjevero-



Sl. 83. Vjeternica sa 32 smjera, koji se rabe u pomorstvu i meteorologiji.

zapad (NW). Treba li još točnija oznaka, uplićemo, kako pokazuje slika, i druge smjerove n. pr. NNW itd. Za oznaku su vjetrova u medjunarodnom obćenju odabrali englezke rieči: Nord, East, Sud, West. Smjer vjetra pokazuje vjetrenjača (sl. 84.), koja je svakomu poznata. Naša ju slika pokazuje po konstrukciji Wildovoj. Na osnovnom stupu *l l* veoma se lako vrti dvostruko krilo *a b c*, koje se uviek okrene prema vjetru i tim pokazuje njegov smjer. Izpod krila obilježeni su motkama glavni smjerovi vjetra.

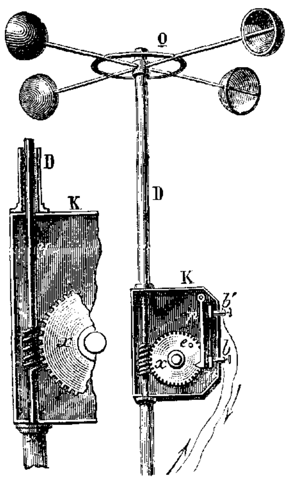
Brzinu vjetra ili snagu vjetra ocjenjuju obično od oka po skali odabranoj tako, da broj 0 znači podpunu tišinu, a broj 10 najjači vihar (orkan), koji ruši zgrade i velika stabla. Nu veliki observatoriji imaju i za to posebne aparate, koji se zovu „anemometri" (mjere vjetra). Najobičniji je Robinsonov anemometar (sl. 85.). To je krst u pravom kutu Q, koji na krajevima nosi lake i šuplje polukugle, kojima su šupljine obrnute na istu stranu t. j. na onu, kuda se okreće krst. U sredini nataknut je krst na osovnu osovinu D, koja se s njim zajedno vrti. Makar s koje strane puhao vjetar, uviek će naći na jednoj strani osovine polukuglu, koja mu je okrenula šuplju, a na drugoj strani, koja mu je okrenula izbočenu stranu. Kako vjetar na šuplju stranu jače djeluje, okretat će se od vjetra čitavi krst. Pomni pokusi pokazaše, da je brzina, kojom se okreće sredina polukugle, jednaka polovici do trećine od brzine vjetra. To stoji do dužine krstovih krakova i veličine polukugala. Dok se dakle anemometar okrene jedan put, dotle je vjetar prevalio dva ili tri puta veći put. Obseg kruga, što ga opisuje polukugla, možemo lako jedan put za uviek odrediti, pa po tom znamo i put vjetra u tom vremenu Da prebrojimo okretaje anemometra u minuti ili u jednoj uri, zato je na dolnjem kraju namještena posebne vrste ura K, koja svojim kazalima ili električnom strujom b b' te okretaje zabilježi. Našli su, da se brzine vjetra od oka takodjer prilično dobro ocjenjuju. Hann je našao za to ove brojeve:



Sl. 84. Wildova vjetrenjača.

	Vjetar.					Vihar.		Orkan.		
Snaga vjetra po skali:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Brzina vjetra:	1·5	3·7	6·2	8·8	11·8	15·0	18·8	24·0	32·8	50 met. u sekundi.

Najjači orkani dakle imaju po tom brzinu od 50 metara t. j. čestice uzduha polete u svakoj sekundi 50 metara dalje. Da ne bude ocjena jakosti baš posvema prema volji motritelja, namjestio je Wild na svojoj vjetrenjači ploču za jakost vjetra (vidi sl. 84.). To je četverokutna ploča *f f i i* od lake kovi, koja se s vjetrenjačom namješta uviek tako, da vjetru okrene svoju punu stranu. Gore je horizontalna (vodoravna) osovina, oko koje se ploča može okretati. Dok je tišina, visi ploča mirno u osovnom smjeru. Kako vjetar puše slabije ili jače, digne se ploča manje ili više. Na kružnom se luku *g* vidi kut, za koji se ploča digla, a po njemu sudimo brzinu vjetra.



Sl. 85. Anemometar po Robinsonu.

Osim ovih najjednostavnijih aparata današnja nauka ima i mnogo savršenijih aparata, koji sami bilježe i smjer i snagu vjetra. Ne spada amo, da ih opisujemo. Nama je sada na umu pitanje: što su pouzdanih rezultata o vjetrovima donieli do sada ovi aparati i koje su sile uzrok tomu neprestanomu gibanju u našoj atmosferi? Jasno je svakomu čovjeku, da su vjetrovi jedan od najglavnijih faktora, koji utječu na podneblje kojega mjesta, pa se razumije, zašto su baš njima od vajkada posvećivali osobitu pažnju. Već je u staroj Ateni stajao „toranj vjetrova“! Nu ni nema u našoj atmosferi pojava, koji bi na oko bio hirovitiji od vjetra: čas puše s jedne, čas opet s druge strane, a u toj izmjeni, čini se, nema po gotovo nikakova reda. Velimo izrično „čini se“, jer tko uzčita, što o njima nadjoše meteorolozi, u čudu će naći, da i tu priroda radi po stalnim zakonima, samo ih nevješto oko čovjeka dugo nije znalo da ugleda. Ne ćemo se moći ni čuditi toj velikoj nepravilnosti vjetrova, kad se sjetimo, kako je laka materija uzduh, pa njegovomu se gibanju sve na Zemlji jako opire, i poradi toga mu lako mienja i smjer i snagu. Veoma je liep primjer tomu brod, koji jedri po moru. Na takovom brodu uviek ćemo osjetiti i drugi smjer i drugu snagu vjetra, nego što ih on zaista ima. Gibanje broda to već sobom nosi. Ide li brod u istom smjeru kao i vjetar, osjetit ćemo doduše pravi smjer vjetra, ali ne ćemo osjetiti pravu brzinu njegovu: vjetar će nam se činiti mnogo slabiji,

nego što je zaista; brzina je vjetra na oko jednaka razlici od brzine vjetra i broda. Na parobrodu pako, koji brodi proti vjetru, brzina je vjetra na oko kolika brzina broda i vjetra zajedno. Ne smijemo se dakle n. pr. kod parobroda za ocjenu vjetra pouzdati u dim. Može se kod parobroda, koji ide s vjetrom, dogoditi i to, da dim pokazuje protivni vjetar od onoga, koji zaista puše i što ga pravo pokazuju valovi. To će se dogoditi, čim je brzina parobroda veća od brzine vjetra. Nu i na kopnu stoji smjer i jakost vjetra takodjer veoma mnogo do mjestnih prilika. Osobito se to iztiče u gorovitim krajevima. U uzkim se prodorima uzdušna struja zna stisnuti gdjekada i narasti do velikog vihra, dok je ista struja drugdje slab vjetar. U ravninama su vjetrovi jednoličniji i pravilniji, jer nema povoda, da se tečaj uzdušne struje naglo i jako mienja. Udara li vjetar o velike bregove, naći ćemo često na drugoj strani tik pod briegom krajeva s podpunom tišinom, kažemo, da su u „zavjetrini“. Tek dalje se opet spusti do Zemlje i ondje puše s podpunom svojom snagom. Čim se dalje više dižemo nad površinu zemlje, tim je manje zapreke gibanju uzduha, dakle je i brzina vjetra sve veća. Često gledamo oblake, gdje lete brzo, a na tlu nema gotovo ništa vjetra.

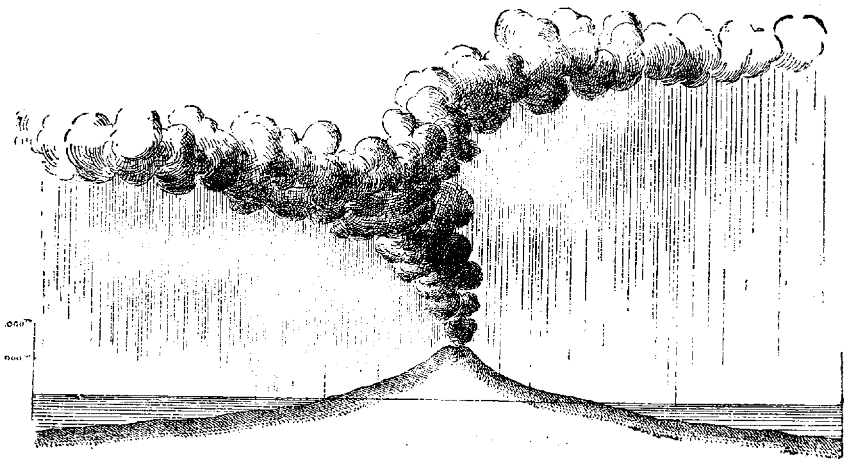
Kako da dobijemo kraj svih tih nepravilnosti nekakovu pouzdanu sliku o vjetrovima svoga kraja? I tu se hoće, kao svagdje u prirodnoj nauci, strpljivoga, savjestnoga i dugoga motrenja i bilježenja, pak izlaze zanimljivi posljedci i o vjetrovima svakoga grada, svake zemlje i ciele zemaljske kugle. Da ih pogledamo iz bližega! Obično se tri puta na dan (7 sati u jutro, 2 sata po podne i 9 sati na večer) motre i bilježe pojavi u uzduhu na meteorologijskim postajama. Bilježe redovno i smjer i snagu vjetra ili bez aparata ili uz njihovu pomoć. Ako smo to radili n. pr. mjesec dana, dobili smo o smjeru vjetra u svemu 93 bilježke (ako je mjesec od 31 dana), pa možemo sada lako prebrojiti, koliko je puta u tom mjesecu duvao koji vjetar, a možemo lako taj broj pretvoriti i u procente od 100 ili 1000. Složimo li iste mjesece od više godina u jedno, pokazat će nam se gotovo svagdje na zemlji čudan rezultat, da u svakomu mjesecu godine poprieko jedan vjetar mnogo češće puše od ostalih. Ima krajeva, gdje taj vjetar daleko preteče sve ostale, nu ima takovih, gdje ih jedva nešto preteče. Nalazimo pače na našoj kugli i takovih mjesta, gdje je vjetru cielu godinu isti smjer. Prema tomu lučiti nam je stalne vjetrove, koji

duvaju poprieko čitavu godinu s iste strane od periodičnih vjetrova, koji takodjer pušu veoma često, ali u razno doba godine s raznih strana. U treću bi vrstu mogli smjestiti obične vjetrove.

Tako su zaista ljudi od nauke odredili za svu silu mjesta na čitavoj kugli našoj, koji vjetrovi u kojem mjesecu najčešće pušu, pa su im smjerove zabilježili u kartama. I na našim su kartama (Karta IV. i V.) zabilježeni za mjesece siečanj i srpanj strjelicama, koje pokazuju kraj svieta, iz kojega puše vjetar. Uz pomoć tih karata, vriedno je, da obadjemo s te strane zemaljsku kuglu. Svrnimo se najprije na kartu za siečanj i počnimo s atlantskim oceanom, koji je za nas Evropljane glede vremena veoma važan. Nekoliko stupanja iznad ekvatora, izmedju ušća rieke Amazone i rta Palmas je (crveno izcrtani) kraj, u kojemu je gotovo uviek tišina; vjetrovi su riedak pojav i veoma promjenljivoga smjera. To je glasoviti pojas tišina ili kalma na ekvatoru, kojega se brodari veoma boje. Na sjeveru toga pojasa, od prilike do 30. stupnja širine svagdje puše sjevero-iztok, koji je tamo baš odličan sa svoje stalnosti i uviek jednake snage. Zovu ga „sjevero-iztočni passat"; Englezi ga zovu „trade-wind". I na južnoj se strani ekvatora sve do 30. stupnja širine javlja ovakov stalni vjetar, gotovo uviek istoga smjera i iste jakosti, samo što ondje puše od jugo-iztoka, pa ga radi toga zovu „jugo-iztočni passat". U staro su doba ovi „passati" brodarima bili velika neprilika. Dok je brod trebao da jadri u smjeru passata, bilo je sve u redu. Mornar je mogao mirno spavati, kormilo je mogao svezati, a diete je moglo paziti na brod u sred pučine morske! Znao je, da uviek dobar vjetar puše s iste strane, koji nije nikada jenjao, ali nije nikada ni previše ojačao. Nu ako je trebalo jadriti proti passatu, onda je bilo naopako. Čekati na drugi vjetar, bilo je uzalud, jer se vjetar nije nikada mienjao. Danas znadu mornari sasma točno, odakle i dokle passat seže, znadu, gdje puše čitave godine, a gdje se mienja po godišnjem doba, gdje na njega utječe kopno i gdje mu mienja smjer, pa se po tom može, kako treba, njim okoristiti ili ga se kloniti. Osim toga je postao mnogo neodvisniji od smjera vjetrova tim, što upotrebljava paru. Ova se dva passata pokazuju ipak samo u najdonjim vrstama uzdušnoga oceana. Tamo visoko gore su dvije baš suprotnoga smjera uzdušne struje, koje od ekvatora teku na sjever i jug, pa su poznate uz ime antipassati. Na ekvatoru se dakle vrući uzduh diže visoko u ocean (uzdušni), pa teče na jug i sjever. Mi

takove suprotne struje često opažamo u uzdušnom oceanu. Na dnu uzdušnoga oceana, gdje živimo, puše vjetar od sjevera, a visoki oblaci pokazuju, da tamo gornje vrste imaju vjetar baš od juga. Koliko puta smo čuli primjetbu, da oluja ide proti vjetru. Razumije se, da to ne može da bude. Oblak ne može da ide proti vjetru, kao ni drvo proti struji vode. Nama oblake oluje nosi struja, koja je baš protivnoga smjera od one, koja je na dnu oceana, gdje mi živimo. Tko dobro pazi na oblake, moći će ove struje u velikoj visini veoma često opaziti. Samo ljudi još premalo gledaju oblake!

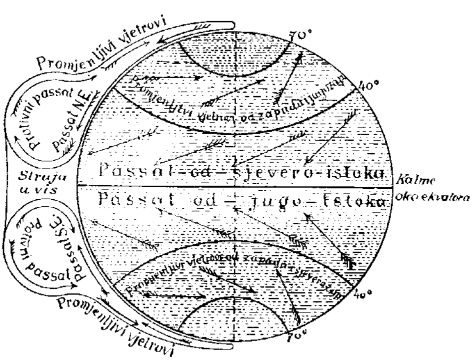
Tako je i u našem primjeru. Čovjek se nije nikada još popeo iz passata tako visoko, da bi osjetio protivni vjetar u tropskom po-



Sl. 86. Pepeo od Morne-Garou-a, odnesen antipassatom.

jasu. Nu oblaci pokazuju točno, da postoji, a i zdravi naš razum nam kazuje, da uzduh, koji se je na ekvatoru digao u vis, mora da nekuda dospije, da strujama, koje na dnu lete k ekvatoru, mora da odgovaraju struje uzduha, koje od ekvatora bježe. Pa i zbilja opaziše, da se pepeo, izbačen iz vulkana u veliku visinu, često gibao po više dana u smjeru baš protivnom od passata, dok je napokon pao na Zemlju. To liepo potvrdjuje naša slika 86. Iza velike erupcije vulkana Morne-Garou-a na otoku St. Vincent izletjela je silna množina pepela tako visoko, da je pepeo došao u antipassat i pošao baš protivnim smjerom. Na otoku Barbados, koji je 80 kilometara na iztok od St. Vincenta, padala je ta prašina na

Zemlju i pretvorila dan gotovo u tamnu noć. Bilo je to 1. svibnja god. 1812. Izmedju ekvatora dakle i 30. stupnja širine sjeverno i južno obavlja se neprestano podpuno i veliko strujanje (cirkulacija) u našoj atmosferi: Na ekvatoru se u pojasu tišina diže uzduh vertikalno u vis i visoko gore odtiče na sjever i na jug (antipassati). Negdje oko 30. stupnja sjeverne i južne širine se ta struja opet spusti na površinu Zemlje i teče natrag k ekvatoru (passati) (sl. 87.). Možemo tu donju struju passata naći na karti u atlantskom oceanu, u tihom oceanu, a i u indijskom. Utjecanjem kopna passat u Indiji nešto mienja svoj smjer i svoju snagu, pa tako postaju indijski vjetrovi „monsuni“, koji su izašli na velik glas. Sjevero-iztočni monsun puše tamo poprieko od listopada do svibnja (5 mjeseci), a jugozapadni od svibnja do listopada. Dieli ih jedan mjesec dana s nepravilnim vjetrovima; u to doba se u borbi za poremećeno ravnotežje u atmosferi znadu često javiti žestoki vihri, pače i orkani. Jugo-zapadnim monsunom počinje doba kiša, o kojem mi nemamo u našim krajevima ni pojma. Evo što o tom piše gospodja Murray Mitchell: „Da Vam je vidjeti, kako ovdje pada kiša. Već jedanaest dana lieva, a da nigda ne stane; cesta je gotovo jezero. Mnogi se ljudi tuže, ali meni se to svidja. Uzduh je mnogo svježiji i ugodniji; nekako lakše možeš disati i živjeti, nego u užasnoj vrućini prije kiše.“ U kolovozu, dva mjeseca poslije toga, piše opet: „Kiša pada još uviek; o kapljama ne možeš više ni govoriti; to lieva kao iz kabla. Do gležanja tapaš po vodi; baš sam motrila služinčad, koja je po blatu gazila pod čudnim malenim drvenim kišobranima, da donese zajutrak. Indijske su kuhinje naime nešto dalje od kuće. Sve je vlažno i sve trune. Ništa ne možeš da radiš, nego da vodiš brigu za svoje knjige i haljine, pa ipak ne pomaže sva briga. Žao bi Vam bilo tih knjiga: pune su mrlja i sasma izkvarene. Jastuci su, kao da ste ih donieli iz rake; na rukavice, koje ste imali



Sl. 87. Obćeno kolanje uzduha.

danas na ruci, slegla se do drugoga dana biela pliesan, a baš je tako i s cipelama, pače i kosa se pokrije nekakovim bielim praškom .... Vegetacija je baš sada bujna i liepa — oživjela je od monsuna .... Šume se kite bujnim i svježim zelenilom, pače i jarci se gusto okitili grimiznim, crvenim i surim lišćem Caladiuma i oku godi ta ljepota".

Izadjemo li iz kraja obih passata, od prilike 30 stupanja na sjeveru i jugu od ekvatora, dolazimo najprije opet u uzak pojas tišina: sjeverni se zove pojas tišina na obratniku Raka, a južni pojas tišina na obratniku Jarca.

Iznad toga pojasa puše u atlantskom oceanu sve do ledenoga mora sasma novi sustav vjetrova: na obalama Amerike sjevero-zapadni i zapadni vjetrovi, a na iztočnoj evropskoj obali oteli su mah jugozapadni i zapadni vjetrovi. Oni u siečnju preobladaše cielom Evropom, pače i zapadnom Sibirijom. Još dalje na sjever, i to na liniji: južni rt Grönlanda, Island, Spitzbergen i Bäreninsel, pušu opet sjeverni i sjevero-iztočni vjetrovi. — Bacimo oko i na južni dio atlantskoga oceana! Što pokazuje karta za mjesec siečanj? Izpod passata i tišine na obratniku Jarca od veće česti puše vjetar od sjevero-zapada ili sjevera. Još dalje na jug prevladavaju opet sjevero-zapadni i zapadni vjetrovi. Ovako možemo cielu kartu proći, pa ćemo lako i sami odrediti glavne vjetrove u svakom oceanu i na svakom kopnu, koji se javljaju najčešće u siečnju. Spominjemo ovdje samo Evropu. Jugo-zapadni vjetrovi, što dolaze od atlantskoga oceana, prevladali su u siečnju gotovo cielom Evropom. Izuzetak su samo iztočne zemlje sredozemnoga mora, gdje pušu vjetrovi od sjevero-iztoka.

Pogledajmo kartu za mjesec srpanj. U atlantskom ćemo oceanu naći gotovo isti razpored, kao i u siečnju. Pojas tišinâ oko ekvatora (pojas kalma) pomaknuo se je nešto na sjever do 10. stupnja, a to isto pokazuje i pojas tišina na obratniku Raka. Sjevero-iztočni passat na sjevernoj polutci prelazi u mehikanskom zalivu u čisti iztok, a jugo-iztočni passat sada zahvaća i na sjevernu polutku, pa se gdjegdje pretvara u jug, na obali zaliva Guinejskoga pače u jugo-zapad. U sjevernom atlantskom oceanu su opet na dnevnom redu jugo-zapadni vjetrovi. U južnoj pako polovici toga oceana vladaju sjevero-zapadni vjetrovi. U Evropi su se vjetrovi u srpnju još više navrnuli na zapad, nego u siečnju. Tek u iztočnoj Evropi i zapadnoj Aziji prelaze u sjeverozapadne i sjeverne vjetrove.

Nije naša, da ovdje dalje razpredamo studij naših dviju zanimljivih karata o vjetrovima. Koga to zanima, snaći će se lako i sam u njima.

Nama je ovdje više do toga, da uhvatimo sliku cjelokupnoga gibanja atmosfere. Jedan dio toga gibanja očitovao nam se je već u pojasu tišinâ oko ekvatora u obim passatima na dnu, i obim protu-passatima u visini uzdušnoga oceana. Tu je pred nama podpuno kolanje jednoga diela uzdušnoga oceana: U pojasu kalma uzduh se diže vertikalno u vis; toga gibanja ne osjećamo kao vjetar, zato je to pojas tišina. Sa sjevera i juga teku na dnu oceana uzdušne struje k ekvatoru: to su oba passata. Visoko nad njima opazismo dvie struje baš protivnoga smjera: to su antipassati. Već negdje oko 30. stupnja te se visoke struje spuštaju k Zemlji i vraćaju dolje opet k ekvatoru. Na sjeveru i jugu obih passata sastadosmo ponovno dva pojasa tišina (na obratniku Raka i Jarca). Nu velika je razlika izmedju njih i tišine oko ekvatora. U njima nije uviek tišina: periode tišine prekidaju se dosta često promjenljivim i gdjekada jako žestokim vjetrovima, pače i vihrom. U pojasu oko ekvatora uzduh se uviek diže u vis, a sa sjevera i juga dotiču stalne uzdušne struje na dnu uzdušnoga oceana, dok u visini mase uzduha odtiču. Baš je protivni pojav u tišinama na obratnicima, koje su za pravo krajevi, gdje se žestoki i nepravilni vjetrovi i vihri izmjenjuju s dosadnom tišinom. Ovdje teku u visini sa sjevera i juga mase uzduha dolje na površinu zemaljsku, a poradi toga na dnu uzdušnoga oceana teku protivne struje na sjever i na jug. Ovdje se dakle uzduh spušta dolje, pa na dnu oceana i tlači jače, što barometar zaista i pokazuje: na karti vidimo u tim krajevima visok tlak uzduha. Makar kako bili nepravilni vjetrovi u tom kraju, jedan obćeni zakon probija na vidjelo: u donjim vrstama uzduh struji od ekvatora k polu, a u gornjim od pola natrag prama ekvatoru. Na sjevernoj se polutci ove dvije struje iznad tišine na obratniku Raka slabo iztiču, jer na njih jako utječe velika množina kopna. Nu na južnoj polutci, gdje je mnogo više vode, zapadnim je vjetrovima mnogo više slobode, da oblietaju oko ciele Zemlje i teku prema polu. Oni su u onim krajevima tako stalni kao passati, a znadu narasti do velike snage. Očekivali bi, da ti vjetrovi pušu ravno k polu, da su dakle na sjevernoj polutci južni, a na južnoj polutci sjeverni vjetrovi, koji vode mase uzduha ravno k polovima. Izkustvo je pokazalo, da su u istinu više zapadnoga smjera. Kako to?

Da mase uzduha zaista sa svih strana teku ravno k polu, tamo bi se nagomilalo toliko uzduha, da sav ne bi mogao u visini dosta brzo odticati natrag. Vjetrovi, koji idu k polu, prisiljeni su, da k njemu ne hrle ravno, nego da mu se primiču u zavojima t. j. vjetrovi primaju mjesto sjevernoga zapadni smjer. Zašto baš zapadni, to nam tumači vrtnja Zemlje oko osovine. U predjašnjem jednom članku spomenusmo, da se atmosfera vrti zajedno sa Zemljom oko osovine od zapada na iztok (str. 40.—42.). Svaki se dio atmosfere vrti tako brzo, kao tlo, na kojemu je. Nadjosmo tamo, da uzduh na ekvatoru leti brzinom od 1600 kilometara u svakom satu. Na polu se pako uzduh ništa ne vrti; a medju ekvatorom i polom sve to manjom brzinom prema tlu, na kojemu je. Struji li kakova uzdušna struja od sjevera k jugu prema ekvatoru, ima ona u sebi malu brzinu vrtnje sjevernih krajeva. Kako dolazi sve dalje na jug, vrti se tlo izpod nje sve većom brzinom, uzdušna struja zaostaje iza nje, pa se čini, da struja ne dolazi ravno od sjevera, nego od sjevero-iztoka. Teče li pako uzduh od juga na sjever, ima u sebi veliku brzinu vrtnje iz južnih krajeva. Kako dolazi sve dalje na sjever, vrti se tlo izpod nje sve manjom brzinom, uzdušna struja preteče tlo izpod sebe, pa se ne čini, da vjetar dolazi ravno od juga, nego da dolazi od jugo-zapada. Što bliže k polu, sve mu više naginje smjer k zapadu. Zato su vjetrovi blizu polova jako izraženoga zapadnoga smjera.

Iz ove crtice o velikom sustavu gibanja u našoj atmosferi, moći će si prijazni čitaoc sastaviti priličnu sliku onoga, što meteorolozi rado zovu „obćena cirkulacija uzduha."

Skupimo još jednoć u kratko, što smo saznali.

I. Oko ekvatora i kraj njega pojas tišina (kalme) oko ciele zemaljske kuglje; uzdušna struja dolje utiče, a gore odtiče.

II. Na svakoj strani ekvatora pojas pravilnih vjetrova, dolje passati, koji teku k ekvatoru, a gore protupassati, koji od njega odlaze.

III. S onu stranu sjevernoga passata pojas tišina na obratniku Raka; s onu strana južnoga passata pojas tišina (kalma) na obratniku Jarca. U oba slučaja vjetrovi, koji sa sjevera i juga gore utiču, a dolje odtiču na sjever i jug.

IV. S one strane obih tišina oko Raka i Jarca pojasi s promjenljivim vjetrovima; dolje najviše zapadni vjetrovi prama polu, a gore vjetrovi od pola prema ekvatoru.

V. Na sjevernom i južnom polu jamačno tišine i stalni vjetrovi, koji dolje na dnu uzdušnoga oceana teku k polu, a gore u visini iztiču prema ekvatoru.

„Nigda nij' na miru", vječna je cirkulacija u našoj atmosferi: niti jedan dio njezin nije nikada na miru, bez prestanka se izmjenjuju uzdušne struje, što na dnu, što u velikoj visini uzdušnoga oceana.

Vriedno je, da u misli našoj pratimo drobnicu uzduha na njezinom putu „oko Zemlje". Na ekvatoru se diže u visoke vrste atmosfere. Kao sitan član protu-passata putuje na sjever, gledajući od ozgo protivnu struju passata. U tišini se Raka negdje opet spusti na zemlju, tu je uz druge drobnice uzduha učestnik jednoga ili dvaju vihrova, pa se onda odluči ili uz struju, koja se odmah vraća ekvatoru, ili pako uz struju, koja udari k sjevernomu polu. Odluči li se za ovo drugo putovanje, mnoge ju brize nose dugo tamo i amo, obidje mnoge zemlje, ali ipak dolazi sve bliže sjevernomu polu. Napokon dodje blizu k polu u kraj, gdje je prilična tišina, gdje vihrova nema nikada. Za malo će se ondje dići u vis, zabasat će u struju, koja putuje na jug. U tišini oko Raka opet se spušta na zemlju i duboko dolje ju uhvati struja passata, koja ju ponese sobom dalje na jug k ekvatoru. Tamo se opet penje visoko u uzduh, zapane u struju, koja ju kao protu-passat sada, recimo, odnese dalje na južnu polutku. U tišinama Jarčevim opet silazi na zemlju i dodje kroz „četrdeset urličućih" opet u tišinu oko južnoga pola i tamo nadje put u vis, da sa strujom gore ponovno krene prama ekvatoru. U tišinama oko Jarca opet se spušta dolje, složi se s južnim passatom i za malo eno je opet na ekvatoru, od kojega je počela svoj put oko svieta! Spremna je s mjesta, da iznova počne to svoje zanimljivo putovanje.

Nije to jedini način putovanja njezinoga oko svieta! Nema gotovo broja tim načinima, ako drobnici dozvoliš, da se pomieša s raznovrstnim strujama sa strane, koje postaju u uzdušnom oceanu utjecanjem kopna. Na jednom bi mjestu mogla učestvovati u kakovom monsunu, drugdje u kakovom užasnom vrtložnom vihru, negdje bi zapala u ciklon, drugdje u anticiklon. Akoprem smo dakle mogli da uhvatimo sliku velikoga kolanja u našemu uzduhu prilično pravilnu, ipak je u njemu mnogo prilike za svakovrstne stranputice. Sjetimo se tom prilikom samo kolanja krvi u našem tielu: i tu ima velikih i malih arterija, nu od svake se rieke krvi

odjeljuju na sve strane stotine sitnih ogranaka. Prava slika kolanja uzduha u našoj atmosferi.

Što bi dao čovjek za to, da može kao ona drobnica uzduha, sigurno putovati po uzdušnom oceanu?

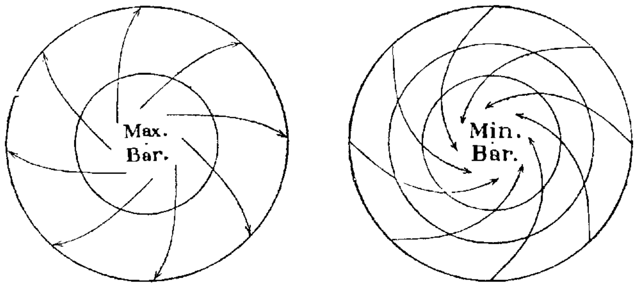
Na dlanu je sada pitanje: što je uzrok ovoj dosta pravilnoj cirkulaciji u našem velikom uzdušnom oceanu? Gdje su uzroci tomu, da se baš u našemu umjerenomu pojasu to pravilno kolanje tako često pobrka? Što su uzroci tomu, da osobito u tropskim krajevima te uzdušne struje znaju doseći do užasne snage najjačih vihrova, koji nose smrt i propast svemu, što zateku? Svaki ih naobraženi čovjek dobro zna uz ime ciklona, tornada, monsuna i t. d.

Prvi, koji je kušao, da u to zamršeno pitanje unese nešto svjetla, bio je jur spomenuti Dove god. 1837. On si je zamišljao oko Zemlje u uzdušnom oceanu dvojako kolanje: malo i veliko. Oba imaju svoje izhodište u pojasu tišinâ oko ekvatora, gdje se vrući uzduh diže u vis (sl. 87.). Ali ne ostaje dugo gore. Već se kod obratnika spušta dolje i vraća k ekvatoru kao passat. Nu po Doveu se antipassat, koji dolazi od ekvatora, ne gubi sasma kod obratnika, nego se nastavlja dalje ova struja prema polu, al ne visoko u atmosferi. On ju krsti ekvatorskom strujom. Tek na polu se okrene i vraća još niže dolje prama ekvatoru kao polarna struja do obratnika, a onda dalje kao passat. Naši vjetrovi umjerenoga pojasa nastali bi po Doveu tim, da se ekvatorska i polarna struja u našim krajevima ne gibaju sasma jedna iznad druge, nego se već miešaju i jedna teče uz drugu. U borbi jedne i druge struje postaju naši vjetrovi, doduše veoma promjenljivi, nu ipak, po njegovu mišljenju, vezani na glasoviti Doveov zakon o okretanju vjetrova. Na sjevernoj se polutci izmjenjuju vjetrovi ovim redom: Sjever, sjevero-iztok, iztok, jugo-iztok, jug, jugo-zapad, zapad, sjevero-zapad.

Do najnovijega je vremena vriedilo mišljenje Doveovo u našoj nauci. Ali se nije moglo održati.

Doveov se zakon vjetrova u srednjoj Evropi doduše dosta često potvrdio, nu za pogadjanje vjetra, koji će doći, a tim i za pogadjanje vremena nije vriedio gotovo ništa. Koliko vremena treba vjetar, da se jednoć okrene po Doveovom zakonu, o tom zakon ne kaže baš ništa, a Quetelet je u Bruselju našao, da treba najmanje 50 sati, a najviše 88 dana! Al bilo je i previše izuzetaka od zakona: vjetar se znao dosta često okretati baš u protivnom smjeru i okrenuo se tako okolo na okolo! Nu bilo je cieloj misli Doveovoj

i mnogo težih prigovora. Zašto su u umjerenom pojasu tako često tišine, toga po njegovom obćenom kolanju uzduha ne možemo razumjeti, jer je baš u opreci s tim nazorom. Ako je dalje istina, da naši jugozapadni vjetrovi zaista potječu od ekvatora iz pojasa tišina, a to su vjetrovi, koji nama donesu najviše kiše, moralo bi nebo u tropskom kraju biti puno težkih oblaka, a kad tamo, pojas je passata ponajvedriji kraj na cieloj kugli zemaljskoj. Po gotovu pako Dove nije umio nikako da raztumači vrtloga u uzdušnom oceanu, koji se veoma često javljaju i sobom nose najstrašnije vihre. Baš o pitanju vihrova razbila se ciela sgrada Doveova, a na njezino je mjesto stupila nova teorija vjetrova i vihrova, najveća tekovina novije meteorologije. Dok su prije vihrove i vjetrove smatrali različitim pojavima, danas je probila spoznaja, da su različni tek po snagi, a što je zakon za jedno, mora da je zakon i za drugo. I tako



Sl. 88. Gibanje uzduha u ciklonu i u anticiklonu.

danas tumačimo sva gibanja u uzdušnom oceanu, makar kako im bilo ime, vodena pijavica (Wasserhose), pješčana pijavica (Sandhose), tornado, ciklon, passat, monsun po istom načelu. Vriedno je dakle, da taj temeljni stup iz bližega proučimo. Molimo u tu svrhu čitatelja, da bi naše dvije karte za isobare, kartu IV. i V. (str. 131.), na kojima su zabilježeni i najobičniji vjetrovi, uzeo iz bližega na oko i izporedjivao tlak uzduha i smjer vjetrova. Jednostavno će ga gledanje tih karata dovesti do ovih dvaju glavnih zakona novije nauke o vremenu:

1. zakon: Vjetar puše iz krajeva, gdje je visok tlak uzduha prama krajevima, gdje je taj tlak nizak. Ako je dakle negdje na Zemlji maksimum tlaka, puše vjetar iz toga maksimuma na sve strane van (na polje) t. j. na sjevernoj strani od juga k sjeveru, na zapadnoj mu strani od iztoka na zapad, na južnoj strani od sjevera k jugu, a na iztočnoj strani od zapada k iztoku (sl. 88. lieva).

Ako je pako negdje na Zemlji kraj s najmanjim tlakom (minimum tlaka) puše vjetar sa svih strana unutra u taj minimum t. j. na sjevernoj njegovoj strani od sjevera k jugu, na zapadnoj od iztoka, na južnoj od juga, a na iztočnoj od iztoka (sl. 88. desna).

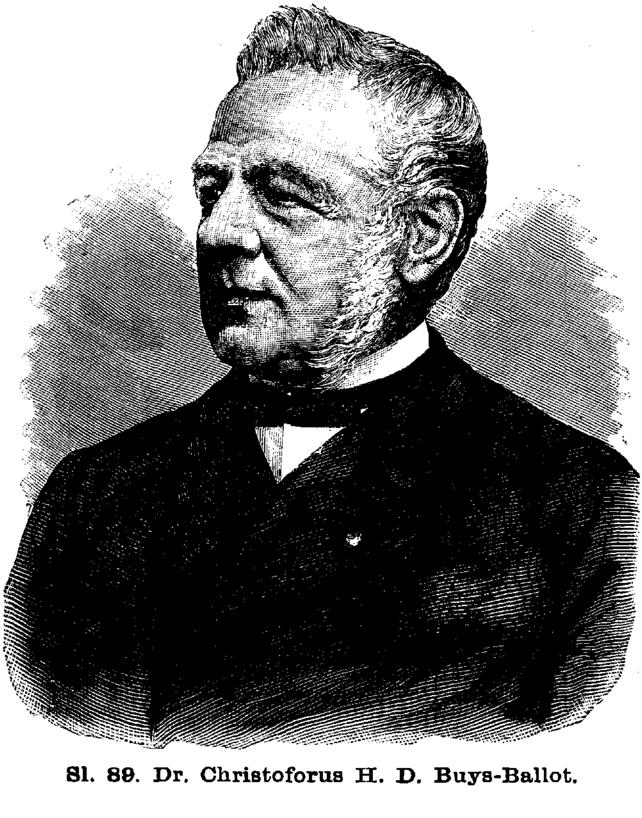
2. zakon: Vjetar ne puše nikada ravno od najvećega tlaka k najmanjemu, t. j. okomito na izobare, nego se na sjevernoj polutci odklanja na desno, a na južnoj polutci na lievo. Imamo li n. pr. pred sobom kraj s najvećim tlakom (maksimum), vidjet ćemo svagdje na kartama, da na njegovoj sjevernoj strani vjetar ne puše točno od juga k sjeveru, nego se nakrene nešto na desno t. j. puše iz kraja, koji je izmedju juga i zapada; na južnoj strani maksima ne puše točno od sjevera k jugu, nego se opet nakrene nešto na desno t. j. puše iz kraja, koji je izmedju sjevera i iztoka. Na iztočnoj strani puše iz kraja izmedju sjevera i zapada, a na zapadnoj iz kraja izmedju juga i iztoka. Imamo li pako pred sobom koji kraj s najmanjim tlakom uzduha (minimum), vidjet ćemo opet svagdje na sjevernoj polutci da vjetar na sjevernoj strani toga minima ne puše, kako bi morao, točno od sjevera k jugu, nego se nakrene nešto na desno t. j. puše izmedju sjevera i iztoka; na zapadnoj strani minima puše zaista iz kraja izmedju sjevera i zapada; na južnoj strani izmedju juga i zapada, a na iztočnoj strani minima izmedju juga i iztoka. To pokazuju točno karta IV. i V.

Toliko ćemo potvrda naći ovim dvjema zakonima na našim kartama, kad ih dobro pogledamo, da nije nuždno mjesta posebice izticati.

Na dlanu je po tom zaključak, da je neposredni uzrok vjetrovima različni tlak uzduha na raznim krajevima zemaljske kugle u isto doba. Svako gibanje uzduha u horizontalnom smjeru izvodi se tim, da se uzduh giba od mjesta većega tlaka k mjestu manjega tlaka, ako su oba mjesta u istoj visini. Veći tlak tjera uzduh tamo, gdje je manji tlak baš tako, kao kad stlačimo uzduh u miehu, pa tim iztjeramo uzduh iz mieha, koji ravnom strujom iztiče u izvanji uzduh, gdje je tlak manji. Baš si tako pomišljamo stvar i u našoj atmosferi. I tu uzduh s mjesta s većim tlakom gleda da ravno teče k mjestu s manjim tlakom. Taj ravni put je očito okomica na isobaru. Kako smo mi ovdje rekli, da veći tlak tjera uzduh, tako smo mogli reći i obratno, da manji tlak siše uzduh ravno k sebi: za posljedak je to svejedno.

Ne bi bilo prema istini, kad bi ostavili čitatelje u misli, da su stručnjaci ova dva temelja moderne meteorologije zbilja odkrili,

gledajući ovakove karte. Doniela ih je nauci jur spomenuta sinoptična metoda za proučavanje vremena na većem obsegu (n. pr. u cieloj Evropi, na sjevernom atlantskom oceanu, u saveznim državama Amerike), po kojoj se za sva mjesta zabilježi na karti stanje atmosfere u isto doba (n. pr. u 7 sati u jutro). Iz tih su karata našli oba zakona gotovo u isto doba dva stručnjaka Englez Galton i Nizozemac Buys-Ballot (umro god. 1890.) (sl. 89.). Zakoni su dobili ime



Sl. 89. Dr. Christoforus H. D. Buys-Ballot.

po drugomu, pa ih danas cieli naobraženi sviet zna kao Buys-Ballotov zakon uzdušnoga gibanja.

Kad pravo uzmemo, taj je zakon gotovo na dlanu, tako je jednostavan u svom prvom dielu, pa ipak, koliko je vremena proteklo, dok su ga našli i u nauku stalno uveli!

Da uzduh mora teći od mjesta, gdje je tlak veći, k mjestu, gdje je manji, to je jamačno svakomu jasno. Nu on bi i očekivao,

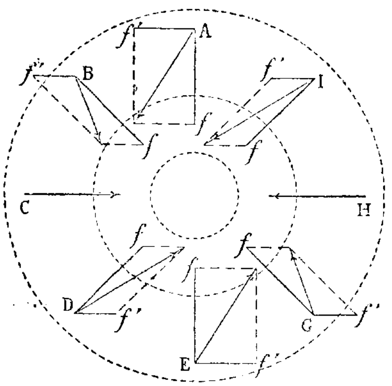
da teče ravno k onomu mjestu. Onaj čudni odklon vjetra na desno nešto nas izazivlje: nije nam jasan uzrok i to nam ne da mira.

Da je Zemlja mirna t. j. da se ne vrti oko osovine, uzduh bi zaista svagdje tekao ravno od mjesta većega tlaka k mjestu manjega tlaka. Nu Zemlja se vrti oko osovine od zapada k iztoku. Tu vrtnju Zemlje osjeća svako tielo, koje se na površini njezinoj giba horizontalnim smjerom, a osjeća ga u tom, da se odklanja od svoga prvobitnoga smjera gibanja. Evo zašto. Recimo da tielo podje s ekvatora Zemlje baš u smjeru kojega meridijana točno na sjever. Po zakonu uztrajnosti to će tielo, idući na sjever, uviek ostati u svom smjeru gibanja. Nu kako dolazi u sjeverne širine, meridijani se sve više primiču jedan drugomu, a tielo se poradi toga sve više odmiče na desno od svoga meridijana, makar da ide uviek svojim prvim smjerom. Nu još je jedan zanimljivi pojav po sriedi. Poradi vrtnje oko osovine, opisuje svako tielo na ekvatoru za 24 sata put u obliku kruga i taj je krug najveći na Zemlji. Tielo na 20. stupnju sjeverne širine opisuje u tih 24 sati već mnogo manji krug, a što dalje idemo na sjever, ti su krugovi sve manji baš s razloga, što je Zemlja kugla. Jednostavan je račun pokazao, da tjelesa lete ovim brzinama:

Na	0°	širine	(ekvatoru)	464	metra	u sekundi
„	20°	„		436	„	„
„	40°	„		355	„	„
„	60°	„		232	„	„
„	80°	„		81	„	„
„	90°	„	(pol)	0	„	„

Tim brzinama lete oko osovine i sve drobnice uzduha, koje su na onim mjestima. Pomislimo si sada, da se drobnica uzduha na jednoć premetne s ekvatora na 20° stupanj sjeverne širine. Što bi bila posljedica? Drobnica bi još uviek letjela oko zemaljske osovine svojom predjašnjom brzinom od 464 metra u sekundi od zapada k iztoku, a Zemlja izpod nje leti samo s brzinom od 436 metra. Drobnica pretječe zemlju za 464—436 = 28 metra u sekundi, a to će reći, drobnica se javlja kao zapadni vjetar s brzinom od 28 metara. Premjestimo li obratno drobnicu uzduha od 20. stupnja na ekvator, zaostajat će za 28 metara iza Zemlje i javljat će se kao iztočnjak s brzinom od 28 metara! Te nam prilike razjašnjuje još bolje slika 90. Molekul A uzduha na sjevernoj polutci, giba se brzinom Af ravno od

sjevera na jug i po svojoj brzini došao bi u odredjeno vrieme do *f*. Nu, kako je išao od sjevera k jugu, zaostajao je iza vrtnje Zemlje i javlja se kao iztočnjak s brzinom *Af'* t. j. kao gibanje od *A* do *f'* Da nadjemo pravi put drobnice *A* treba da sastavimo od brzina *Af* i *Af'* istosmjernak. Diagonala njegova pokazuje smjer njegovoga pravoga gibanja i odklon radi vrtnje Zemlje. Drobnice *B* i *H*, koje dolaze od sjevero-zapada i sjevero-iztoka, odklanjaju se na istu stranu, ali manje. Drobnice *H* i *C* ne odklanjaju se ništa. Ponovimo li ove zaključke za drobnice *E*, *D*, *G*, dolazimo do konačnoga rezultata, da se svaki vjetar na sjevernoj polutci odklanja na desnu ruku, ako stanemo ledjima proti vjetru, a licem gledamo u smjeru, u kojem puše vjetar.



Sl. 90. Odklon vjetra poradi vrtnje Zemlje.

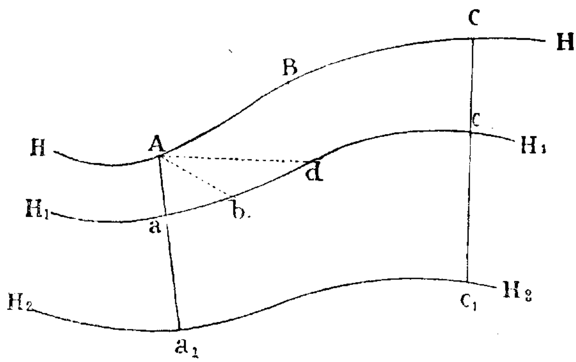
Na južnoj se polutci vjetar odklanja s istih razloga na lievu ruku.

U vrtnji Zemlje oko osovine nadjosmo dakle uzrok, zašto se vjetrovi na našoj polutci odklanjaju na desnu stranu i tim smo shvatili i drugi dio Buys-Ballotovog zakona.

Nu još nam se je obazrieti i na drugi glavni biljeg svakoga vjetra, a to je njegova jakost. I ta se pokazala posvema ovisna o tlaku uzduha. Ako se negdje na Zemlji načini na dnu uzdušnoga oceana barometrički minimum na pr. na atlantskom oceanu, pa na karti sastavimo crtama sva mjesta, koja u onaj čas pokazuju isti tlak uzduha, naći ćemo redovno, da će te crte imati oblik nalik više ili manje na krug. Ako je n. pr. na jednoj točki najmanji tlak 720 milimetara, naći ćemo nedaleko od nje okolo na okolo mjesta, gdje je tlak uzduha 725 milimetara; sastavimo li ih na karti crtom, dobit ćemo krugu sličnu crtu, koja obilazi oko one točke, gdje je bio tlak najmanji. Nešto dalje naći ćemo opet mjesta s tlakom uzduha od 730 milimetara; crta, koja ih sastavlja, opet će biti nalika na krug; u sve većoj daljini od središta redjat će se ovakove okrugle isobare od 735 milimetara, 740 mm. i t. d.

Vjetar će puhati od izvanjih izobara k središtu, gdje je tlak najmanji. Thomas Stevenson odkrio je prvi, da jakost toga

vjetra visi samo o tom, da li tlak uzduha prama središtu naglo pada ili po malo. Ako pada naglo, pokazat će se to na karti tim, što će isobare biti na gusto poredjane jedna iza druge. Pada li po malo, bit će jedna od druge daleko. Ako je n. pr. od isobare s tlakom od 740 milimetara 15 geografskih milja do isobare s tlakom od 738 milimetara, jasno je, da je tlak uzduha u razmaku od 15 geografskih milja pao za 2 milimetra. Meteorolozi vele, da je „barometrički gradient" u ovom primjeru dva milimetra. Drugda ćemo opet opaziti, da je 15 geogr. milja od prve isobare već crta s tlakom od 735 milimetara, dakle je tlak uzduha na putu od 15 geogr. milja (= 1 stupanj ekvatora = 111 kilometara) pao ne za dva milimetra, kao prije, nego za punih pet milimetara. U ovom



Sl. 91. Barometrički gradient.

slučaju tlak uzduha mnogo brže pada, meteorolozi kažu, da je sada barometrički gradient pet milimetara. Pokazalo se, da je u ovom drugom slučaju i vjetar puno jači. Stevensonov zakon dakle veli, da jakost vjetra visi samo o barometričkom gradientu. Čim naglije pada tlak uzduha prama središtu, tim je vjetar jači. Evo primjera u slici 91. Crta *HH* sastavlja sva mjesta, na kojima je tlak uzduha n. pr. 740 milimetara; a crta H_1 H_1 sva mjesta, na kojima je tlak uzduha 738 milimetara. Pogledajmo drobnicu uzduha *A*. Da bi se gibala prema točki *C* nema nikakova razloga, jer je i tamo tlak uzduha isti kao u *A*; ništa ju tamo ne tjera. Nu da se giba prama crti H_1 H_1 ima razloga, jer je tamo tlak uzduha manji. Od svih putova *Aa, Ab, Ad*, odabrat će drobnica najkraći *Aa*, da dodje na isobaru od 738 milimetara, a to je onaj, koji je okomit na

jednoj i na drugoj isobari. Ako je ta daljina *Aa* baš 15 geogr. milja (= 111 milimetara), velimo, da je barometrički gradient 2 milimetra. Drobnica *C* pako treba da prodje veći put *Cc*, dok dodje do isobare H_1 H_1, dakle je gradient manji od 2 milimetra. Čim su dalje isobare, tim manji je gradient. Ako je n. pr. H_2 H_2 isobara od 736 milimetara, treba da čestice *a* i *c* predju još veće putove, dok dodju do nje, dakle je ovdje i gradient još manji t. j. tlak uzduha nije pao na putu od 111 kilometara za 2 milimetra, nego možda na putu od 200 i 222 kilometara. Prispodoba s riekom gorskom stvar će razjasniti još bolje. Ruši li se gorska rieka niz strmu goru, snaga joj je velika; čim dodje u kraj, gdje je strmina manja, snaga joj malakše, a u ravnini jedva da se pomiče. Baš je tako i s uzduhom, koji se sa svih strana ruši k mjestu, gdje je tlak najmanji, kao u kakav ponor, da ga što prije izpuni. Što se strmije ruši t. j. što je veći gradient, tim je jači vjetar.

Ako je taj gradient pet milimetara ili više, t. j. ako tlak uzduha na svakih 111 kilometara pada za pet ili više milimetara, vjetar se već pretvara u vihar.

Bit će u kasnijem članku prilike, da se na ove pojave opet vratimo, kad bude govora o promjenama vremena. Ovdje nam je bilo do toga, da čitateljima odkrijemo neposredne uzroke vjetrovima i glavne zakone, po kojima se ravnaju. Nadjosmo im uzrok u različitom razporedjanju uzdušnoga tlaka na površini zemaljskoj, a Buys-Ballotov i Stevensonov zakon nam pokazaše, kako se odredjuje smjer i jakost vjetrova po isobarama. Te su crte odsada za nas dvostruko važne, jer gledamo li ih na karti, možemo s mjesta odrediti, kuda mora da puše vjetar i kojom snagom. Nije li već i to veoma sjajan triumf mlade naše nauke? Nema na oko promjenljivije stvari na svietu od vjetra, pa gle! i on nije ovisan o slučaju: Buys-Ballotov i Stevensovov zakon mu propisuju smjer i jakost! Odkad su ih našli, načinili su već stotine tisuća sinoptičnih karata i sve su tek sjajne potvrde ovim temeljnim zakonima nove meteorologije.

Van Bebber je na temelju njihovom kazao praktično pravilo, po kojem ćemo odmah i na svakom mjestu saznati, na kojoj ti je strani veći, a na kojoj manji tlak uzduha: Okreni vjetru ledja i spruži desnu ruku na desnu stranu, ali nešto natrag, pa će ti ruka pokazivati onamo, gdje je veliki tlak uzduha (maksimum). Pružiš li lievu ruku nešto napried, pokazuje onamo, gdje je tlak uzduha malen (minimum).

Ovdje je mjesto, da svratimo pažnju na nekoje zanimljive pojave vjetrova, koji se periodično ponavljaju, a sada im uzroke možemo razumjeti.

Već smo prije imali prilike spomenuti indijske monsune, koji ljeti pušu od jugo-zapada, a zimi od sjevero-iztoka i to se ponavlja sasma pravilno od godine do godine. Odkuda ta pravilna izmjena? Zimi je na kopnu azijatskom visok tlak uzduha, a na oceanu nizak, vjetar dakle puše od kopna k moru; ljeti je baš obratno: uzduh se na kopnu silno ugrije, tlak je malen, a na oceanu visok, vjetar puše uztrajno od oceana prama kopnu. Monsuni su najljepša potvrda za izmjenu kopnenih i morskih vjetrova; nu treba spomenuti, da se i oni od svoga upravnoga smjera nešto odklanjaju radi toga, što se Zemlja vrti oko osovine.

Što monsuni pokazuju ljeti i zimi, to možemo na obalama morskim vidjeti svaki dan u maloj mjeri. Preko dana se grije na sunčanim zrakama i kopno i more, ali nejednako. U jutro se tlo brže ugrije od mora, na tlu tlak uzduha pada i blagi vjetrić puše s mora na kopno. Na večer pako, kad se uzduh nad kopnom ohladjuje puno brže, nego nad vodom, postaje i tlak uzduha na kopnu veći, nego na moru: u večer struji vjetrić s kopna na more.

Takove ćemo pravilne izmjene vjetrova često opaziti i u dolinama izmedju visokih bregova: u jutro puše vjetar iz doline na brieg, a na večer s briega u dolinu.

U novije su vrieme i to opazili, da se i brzina vjetra preko dana periodično mienja. Na cieloj se kugli našoj poprieko pokazuje, da je vjetar na površini zemaljskoj najjači oko podne, a najslabiji po noći. Nu to vriedi tek za dno uzdušnoga oceana. Opažanja na vrhuncima bregova pokazaše, da je tamo drugačije: vjetar je poprieko najjači u noći, a najslabiji o podne. Prije su mislili, da je to tek nekakav abnormalni pojav, nu danas stoji, da je to baš pravilni pojav, koji se očituje počamši od visine Eiffelovoga tornja (300 metara), pa sve do visine Pikes-Peaka (4.300 metara), na kojemu je bio do naših dana najviši observatorij. Zašto je to, to se danas još za pravo ne zna!

VII.

Svjetlo u uzdušnom oceanu.

Modrina neba. — Večernja rumen. — Neobična rumen od g. 1883. i 1884. — Pojavi sumračja. — Gradjansko i astronomsko sumračje. — Žarenje Alpa. — Bishopov kolut. — Jesseovi svietli oblaci. — Dúga obična i mnogostruka. — Duga od Mjeseca. — Antheliji; sablast od Brockena. — Ulloini koluti. — Halo. — Sporedna Sunca. — Stupovi i krstovi u uzduhu. — Prikaze uzdušne.

1.

Sunce je izvor svemu životu i svim promjenama na svietu ovom. Predjašnji nas članci na pretek uvjeriše, što nam vriedi njegova toplina i što ona izvodi u velikom moru uzdušnom, eliksiru našega života. Nu jarko Sunce šalje na taj velebni sviet naš i žarke zrake svoga svjetla, kupa ga u „moru svjetla,“ koje mu daje osobit ukras. Na prekrasne pojave svjetla, što se radjaju od sunčanog svjetla u uzdušnom oceanu, rad smo da svrnemo misli čitatelja i čitateljica u ovom člančiću: ta baš je svjetlo izvor najvećim krasotama na našem svietu; biele zrake sunčane u svom krilu kriju sve one raznobojne zrake, što obliju nebo naše prekrasnim bojama i sjajem, komu se ni jedan kist umjetnički nije mogao da dovine ni iz daleka. Koliko smo se puta svaki divili krasnoj panorami zapadnoga neba, kad zalazi Sunce, a još više gotovo čarobnoj promjeni te panorame od časa do časa, dok napokon ne ugasne i zadnji zrak sunčani u naručju tame, koja se spusti na Zemlju, da iz nje opet za koji časak nikne novo još čudnije nebo, osuto bezbrojnim zvjezdama? Kao da sve to dovikuje čovjeku: stani, gledaj, pa se divi i zaroni mislima u veličanstvo prirode!

Iz daleka nam dolazi biela zraka sunčana. Sto četrdeset i devet milijuna kilometara proletjela je, dok stigne iz svemira na gornju granicu naše atmosfere! Srećom je ta atmosfera prozračna, pa zraka ulazi u nju, al se u njoj i mienja. Dvije su nam promjene na umu: čim udari o kakov prašak u njoj, već ne može ravno dalje, nego se odbije kao od zrcala, pa leti na drugu stranu, dok ne udari o drugi prašak, i tako se sirota, tko zna koliko puta, odbija i tamo i amo, dok napokon ne dospije do površine zemaljske. Nu sve, ako joj nije ni jedan prašak u putu, koji bi ju odklanjao s pravoga puta, ona ipak mora da prelazi iz rjedjeg u sve gušći uzduh. I to je povod, da skreće sa svoga ravnoga puta: zraka se lomi. Al zna se i to, da se zrake različite boje ne lome jednako. U bieloj su zraki sunčanoj pomiešane sve krasne boje. Lomeći se u makar kakovoj stvari, u uzduhu u vodi ili u prizmatičnom staklu, razciepa se biela zraka u svoje česti i krasne se boje od toga pojava znadu prelievati i po uzdušnom oceanu i po površini zemaljskoj. Osim pravilnih pojava, koje gledamo svaki dan u našoj atmosferi, ima još stotina drugih riedkih, ali krasnih pojava, što ih izvodi sunčano svjetlo u uzdušnom moru. Jedni su i drugi dosta liepi i zanimljivi, da bi mogli pozabaviti naše čitatelje. Da ih bar nekoliko obredamo.

U prvom nam redu zapinje oko o krasno plavetno nebo, koje se javi, čim se je rodio mladi dan i traje, dok ne spusti noćna tama svoja krila na Zemlju. Zna svaki od nas, da ta zaista krasna plava boja nije uviek jednaka. Makar da je svakidanji pojav, znamo često uzkliknuti: ala je danas krasno nebo! Pa odkuda mu ta sjajna plava boja? možda se već gdjekoji od nas upitao. Prije su mislili, a to je mišljenje zastupao i znameniti Euler, da je uzduh sam plave boje. Ali ne može da bude, jer bi u tom slučaju mi gledali Sunce i druga tjelesa kao kroz plavo staklo, pa bi nam se morala pokazivati modra. Englez je Lord Raleigh prvi upozorio na pravi uzrok toga pojava. Na drobnicama se prašine, vodenih kuglica u uzduhu sunčano svjetlo raznoliko odbija. Uzduh nam je s te strane smatrati prozračenom materijom, u kojoj je sva sila najsitnijih drobnica od različitih tjelesa, uzduh je mutna materija, kao voda, u kojoj ima mulja. Pokusi fizičara pokazaše, da svako mutno sredstvo pokazuje spram sunčanog svjetla dva osobita svojstva: svjetlo, koje je prošlo kroz mutno sredstvo ima uviek crvenu boju, a svjetlo, koje se od mutnoga sredstva odrazuje, više ili manje plavetnu boju. Svejedno je u tim prilikama, da li su drobnice, što mute

sredstvo, čvrste ili tekućine, da li su prozračne ili ne, da li su jednake ili ne, samo ne smiju da budu prevelike. Ima za potvrdu tomu liep pokus, koji si može svatko sam načiniti. Raztopi u alkoholu nešto mastiksa, pa to ulij u vodu. Voda će postati mutna i biela kao mlieko. Pogledamo li kroz nju Sunce, vidjet ćemo ga krasno crveno i to tim rumenije, čim je deblja vrsta mutne vode. Pogledamo li pako s prieda mutnu vodu, vidjet ćemo ju plavkastu. I naša je atmosfera, osobito u nižim svojim vrstama, uviek puna što anorganičkih što organičnih tjelešca, a k tomu još dolazi često bezbroj sitnih vodenih kuglica, koje postaju, kad se u njoj sgusne vodena para; i atmosfera je dakle mutno sredstvo, koje mi gledamo s površine zemaljske, kao prije mutnu vodu s prieda, i odtuda plava boja neba. Kad je pako Sunce blizu horizontu, pa mu svjetlo mora da prolazi kroz veoma debelu i veoma mutnu vrstu uzduha, pokazuje nam se u crvenkastoj boji.

Sada jamačno razumijemo i prekrasne boje večernje rumeni, koje su gdjekada tako sjajne, da ih kist ni jednoga umjetnika ne može da naslika. Razumijemo jamačno i to, zašto se te krasne boje pokazuju baš samo u večer ili pred zoru. Kad je naime Sunce visoko na nebu, put je njegovomu svjetlu kroz najnižu vrstu uzduha, punu prašine i vodenih kuglica, veoma kratak, pa se ne može da pokaže crvenkasta boja Sunca. Kad je pako u jutro i na večer Sunce na horizontu, put je njegovim zrakama kroz onu mutnu vrstu uzduha veoma velik i bielo sunčano svjetlo na tom putu sve više izgubi svoje modre i ljubičaste zrake, a ostaju mu samo crvenkaste u svim stupnjevima.

Mnogi se nas jamačno još živo opominju one krasne večernje rumeni, koja se je pod konac g. 1883. i početkom g. 1884. i u našim krajevima pokazivala.

Čudna je činjenica tom prilikom izišla na vidjelo, vriedna, da ju ovdje iztaknemo. Sav se je sviet divio krasnoj večernjoj rumeni onih dana i riedkim pojavima, koji su se u ono doba znali pokazivati oko Sunca, kad bi sjedalo na počinak; znalo je Sunce gdjegdje biti posvema modro prije nego bi zašlo. Dugo u noć žarilo se zapadno nebo osobitim rumenim sjajem. Koliko su pojavi bili krasni, toliko su bili u prvi mah nerazumljivi, a bilo je dosta svieta, koji ih se i bojao. Kad su se stali stručnjaci baviti oko tih pojava, razmahao se u velike studij svih pojava svjetla u uzdušnom oceanu i baš od godine 1883. amo naše se znanje o njima prilično raz-

širilo: priroda je morala neobičnim jednim dogodjajem svratiti pažnju ljudi na svakidanji pojav večernje rumeni i tim razmahati proučavanje i ostalih srodnih pojava svjetla u uzduhu. Prvo je pitanje bilo: u čem su različne bile večernje rumeni g. 1883. i 1884. od obične svakidanje? I kad se stalo pretresivati to pitanje, pokazala se zanimljiva činjenica, da nisi mogao nigdje naći točnoga i stručnoga opisa svakidanje večerne rumeni i pojavâ, koji su s njom u svezi. Kako se taj pojav redovno započinje, kako se on razvija i kako svršava, nije znao nitko pravo da reče. Tek kasnije, kada su po starijoj literaturi tražili, našli su, da je njemački fizik Bezold punih dvadeset godina prije (g. 1863.) točno opisao i donekle tumačio redovno razvijanje ovoga pojava; nu kako je pojav običan, taj je liepi opis ostao zakopan u „Poggendorffovim analima", a da nije gotovo nitko ni znao za njega, dok ga g. 1884. nije opet iznio na javu Kiessling, koji je ponovno stao proučavati pojav, potaknut neobičnim dogodjajem od g. 1883.

Po Kiesslingu ćemo i mi opisati ovaj pojav.

Ono, što zovemo mi večernja rumen, to je za pravo tek jedan čin u obćenijem pojavu, koji se zove sumračje, a to je onaj poznati prielaz od punoga svjetla danjega u tamu noći i obratno iz noćne tame u puni dan. Za ovaj drugi pojav ima narod ime zora, pa veli da zora rudi. Mi ćemo jedan i drugi pojav zvati sumračjem. Da nema atmosfere oko Zemlje, ne bi bilo ni sumračja, koje nam toliko godi, što posreduje prielaz dana u noć: dan bi se od jednom u času, kad zadje Sunce, pretvorio u crnu noć. Lako si možemo pomisliti, kolika bi to bila neprilika. Po Kiesslingu je cieli pojav sumračja sastavljen od tri čina; izpred njih je uviek jedna predigra, a iza njih dolazi često i epilog. Predigra se započinje tim, bar u našim krajevima, da se Sunce već dosta rano po podne opaše sjajnim, bjelkastim krugom, koji se dosta jasno razbira na tamnijem modrom svodu nebeskom. Dok je Sunce još iznad zapadnoga horizonta, ono je točno u sredini toga sjajnoga kruga. Čim je Sunce na horizontu, spušta se pod središte toga kruga, a ovaj naglo raste. Tim je počeo prvi čin u pojavu sumračja. Dok se Sunce čitavo spušta pod horizont, sve se više iztiče, kako izlazi pod središte sjajnoga kruga; rubovi se kruga sve slabije svietle i sjaj im prilično brzo opada, pa kada je Sunce, redovno kao tamno narančasta svietla, ali ne sjajna, ploča utonula u vrstu magle, koja se je obično slegla na horizontu, načinila se je nad njim, od prilike 15 do 20

stupnja više, svietla, žutkasto-biela, sjajna i gotovo okrugla pjega. Nu u to je već počeo i drugi čin u pojavu sumračja, a taj je, da se razvijaju bojadisane vrste, koje su uzporedne horizontu. Najprije se vide na iztočnom horizontu, gdje je nebo dobilo najprije plavkasto-ljubičastu boju, koja se gdjekada prelieva u crvenu. To je „suprotno sumračje.“ Čim se je Sunce spustilo pod horizont, pojavi se na iztočnom nebu, baš nad horizontom veoma uzka, tamnomodra i siva pruga, to je „sjena Zemlje.“ Nekih 20 do 25 minuta poslije zalaza Sunca rastu sve više i dosta jako i suprotno sumračje i sjena Zemlje. Medjutim su se na zapadnom horizontu razvile veoma sjajne, horizontalne bojadisane vrste, koje se sve više šire prama jugu i sjeveru, ali i gore. Nad parom, koja se slegla na horizontu, a svietli surom bojom, prostrla se široka, žuta i veoma sjajna vrsta, koja je često od preostalog nebeskog svoda na zapadnom nebu, koji još uviek svietli slabim sumračnim svjetlom, odieljena žutkasto-zelenkastom prugom. U času, kad se je suprotno sumračje na iztoku razvilo do najvišega stupnja i najveće svoje snage, počinje treći čin sumračja, a to je: „razvijanje grimiznoga svjetla“. Dok se suprotno sumračje dosta naglo gubi, zaodieva se zapadno nebo ružičastom bojom, koja je nekih 25 stupanja iznad horizonta najjača. U tom je času gotovo okrugla pjega, kojoj rub jedva razpoznajemo, nu riedko kada seže preko 45. stupnja nad horizontom. Ovaj osobito krasni ružičasti sjaj veoma se brzo spušta iza prije spomenutih horizontalnih i bojadisanih vrsta k zapadnomu horizontu, ali se pri tom sve više širi na jug i sjever i jasno vidimo, kako se mieša s onim bojadisanim vrstama pred sobom i pretvara žutu boju u narančastu, a narančastu u rumenu. Kad je Sunce 5 ili 6 stupanja zašlo pod horizont, nestalo je i grimiznoga svjetla posvema iza svietle i bojadisane vrste na zapadnom nebu, a dalji se tečaj i svršetak pojava sastoji u tom, da se i ta svietla vrsta dosta naglo spušta k horizontu, pa na koncu cielo zapadno nebo sja samo još slabim crvenkastim svjetlom sumračja. Razmjerno riedko se javlja epilog sumraka: iznenada se zna po drugi put dignuti nad svietlu vrstu grimizno svjetlo, a prije njega se i na iztočnom nebu javi po drugi put suprotno sumračje.

Pojavi su zore isti, samo se zbivaju obratnim redom na iztočnom nebu.

Tim, što se sunčano svjetlo, kad je Sunce već zašlo, još uviek odbija od viših vrsta atmosfere, dobivamo mi još nešto svjetla od

Sunca. „Gradjansko sumračje“ traje, dok se Sunce spusti 8 stupanja pod horizont; u to doba počinje u našim stanovima mrak. „Astronomičko se sumračje“ svršava, kad je Sunce već 16 stupanja izpod horizonta; u to se doba na nebu jave već zviezde šestoga reda i od sada se računa početak prave noći. Prema tomu, kako je dnevna staza Sunca nagnuta prema horizontu, treba Sunce više ili manje vremena, dok se spusti 8 ili 16 stupanja pod horizont. Jasno je, da je to vrieme tim manje, čim se dnevna staza Sunca više primiče okomici na horizont. Zato je sumračje u krajevima oko ekvatora najkraće, budući da je staza sunčana tamo na horizontu okomita; čim dalje idemo na sjever, tim je dulje sumračje. Od 50·5 stupanja dalje na sjever, gdje Sunce u doba solsticija ljetnoga u obće ne zadje više od 16 stupanja pod horizont, nema u to doba najdužega dana u obće više pravih noći, jer se sumračje večernje i jutarnje sastave. To je kraj „svietlih noći“. U Petrogradu su (60 stupanja sjeverne širine) n. pr. te svietle noći od 17. travnja do 15. kolovoza, a na sjevernomu polu od 4. veljače do 6. studena. Tamo dakle ima pravih noći jedva 13 nedjelja.

Sumračje znatno povećava trajanje dana. Na ekvatoru je noć radi večernjega i jutarnjega astronomičkoga sumračja kraća za 2 sata i 42 minuta. Na 40. stupnju sjeverne širine je najkraće sumračje 3 ure, a najduže 4 ure. Na 50. stupnju je najkraće (u veljači i studenom) $3^1/_2$ ure, a najduže (u lipnju) 7 ura 52 minute.

Uzrok opisanim pojavima može se po iztraživanjima spomenutoga Kiesslinga tražiti u tom, što donje vrste uzduha, pune kondenzirane vodene pare i prašine, gutaju (absorbiraju) svjetlo sunčano, ali ga i odvraćaju od njegovoga puta (ogib svjetla). Osobit je pojav sumračja u visokim planinama poznato „žarenje Alpa,“ koje sa svojim prekrasnim grimiznim svjetlom na sniežnim plohama i strmim pećinama izvodi upravo bajne prizore. Bregovi se zažare, kad je Sunce 5 stupanja iznad horizonta, i žar je najveći nešto kasnije. Kako Sunce pada (do 2 stupnja izpod horizonta) utrne se taj žar, vrhunci Alpa pobliede kao mrtvaci. Nu čim je Sunce palo 4 stupnja pod horizont, zažare se ponovno rumenim sjajem, a tek nekoliko minuta kasnije ih zavije noć u svoju tamu. Ovo se dvojako žarenje očito podudara s trećim činom i epilogom gore opisanoga sumračja.

Neobično se krasni pojavi sumračja javiše koncem g. 1883. i početkom godine 1884. na cieloj zemaljskoj kugli. Osobito se izticalo uz krasno prvo grimizno svjetlo, koje je dugo trajalo, samo Sunce

koje se znalo prije zahoda obkoliti plavom ili plavkasto zelenom gloriolom, pače i Sunce samo znalo je svietliti plavim svjetlom, mjesto običnoga bieloga. Dne 5. rujna god. 1883. opazio je prvi Bishop u Honolulu, da se je ova plava okolica Sunca zarubila, 5 stupanja daleko od Sunca, crvenkastim rubom, koji se je prama izvanjoj strani prelievao u suro-crvenu boju, a ta se je po malo gubila u običnu modrinu neba. Taj je „Bishopov kolut" pokazivao najžešće boje nekih 14 do 15 stupanja daleko od Sunca, a sezao je 25 do 30 stupanja daleko od njega.

Neobične ove pojave u našoj atmosferi pripisao je Englez Lockyer provali vulkana Krakatau u sundajskom moru, jednoj od najvećih katastrofa na zemaljskoj kori od historijskih vremena. Polovica je otoka propala u more, a u atmosferu je poletjela užasnom brzinom silna množina najtanje prašine i vodene pare do najviših vrsta atmosfere (60 do 70 kilometara visoko). I spomenuti je Kiessling prihvatio ovu misao i tolikim uspjehom obrazložio, da je većina stručnjaka uza nj pristala. Našlo ih se takodjer, koji su prigovarali. Medju njima je Hann upozorio, kako je težko vjerovati, da bi se sitne drobnice pepela mogle tako dugo držati u onako velikoj visini. To je potaklo nekoje, da tumače pojav svemirskom prašinom, koja da je u ono doba obilnije uletjela u našu atmosferu iz svemira. Da ima i take prašine, potvrdilo se pouzdano u novije vrieme. Dne 1. siečnja god. 1869. pao je u Hessli-ju kod Upsale u Švedskoj meteorit, koji se je razlupao u nekoliko komada, a s njim je pala i crna prašina, sastavljena od ugljena i željeza. Godine 1871. pala je opet takova prašina zajedno sa sniegom u Stockholmu, a u isto doba i u Finnlandu. Ona potiče od meteorita, koji u sebi imaju ugljena, pa se razpanu u prašinu, čim se sastanu s vodom ili vlagom. Nu imamo razloga vjerovati, da ima u svemiru osim ovih čvrstih meteorita, koje vidimo i koji dolaze k nama, još i tjelesâ u obliku oblaka od prašine, koja je takodjer suro-crvenkaste boje, a zovu ju meteorskom ili kosmičkom (svemirskom) prašinom. Tako je n. pr. K. Stolp baš godine 1883. na Cordilleri, koja je na medji Chilea i Argentine, vidio, gdje pada taka prašina na snieg. Kemička analiza je za izvjestno pokazala, da je svemirskoga podrietla. Bilo je to baš u doba, kad su se pokazivale one sjajne večernje rumeni na zapadnom nebu.

Još se nisu bili posvema izgubili neobični pojavi sumračja od godine 1883., kad su se g. 1885. u našoj atmosferi pojavili nekakovi

neobični oblačići, koji su noću na tamnom nebu svjetlucali slabašnim srebrnim sjajem. Astronom O. Jesse u Berlinu posvetio im je odmah od početka osobitu pažnju; on im je i nadjenuo ime „svietli oblaci noćni". U našim su se krajevima pokazivali od početka lipnja do konca srpnja. Nalik su bili na male cirrus-oblake, ali su se od njih razlikovali u tom, što su cirrusi tamni na svietloj podlozi, a ovi su se oblačići sjali dosta živim svjetlom na tamnoj podlozi. Kasnije im je Jesse mjerio i visinu nad zemljom, pa je našao 70—80 kilometara, dok su najviši cirrusi jedva 13 kilometara daleko. Od godine do godine sve su se rjedje pokazivali ti zagonetni oblačići: u prosincu g. 1888. vidio ih je Stubenrauch dva puta u Punta-Arenas na južnom kraju Amerike, a godine 1891. jedva su im vidjeli tragove. Od onda ih više nema. I ove su oblačiće pripisivali provali vulkana Krakatau. Jesse misli, da im je uzrok nekakov veoma jako razredjeni plin, koji je lebdio u onoj velikoj visini od 80 kilometara, pa su do njega dopirali sunčane zrake još kasno u noći.

2.

Od ovih se neobičnih i riedkih pojava svjetla u našoj atmosferi vratimo k najljepšemu, bez dvojbe, od svih običnih pojava optičkih u atmosferi — k dugi. Svakovrstni su doduše pojavi, što ih svjetlo izvodi u našoj atmosferi, gdjekada veoma čudni i zagonetni na prvi mah, ali po zakonima optike ipak posvema raztumačeni. Nu nema medju njima pojava, koji bi oku i čuvstvu čovjeka toliko godio, kao krasna zaista duga, u kojoj je vjera Mojsijeva gledala zaštitu Jehove, a mitologija grčka milostivo utjecanje boginje Iride. Nema jamačno čitatelja, koji nije vidio u sitnoj kišici oko slapa vode ili oko vodoskoka malu dugu, dosta sličnu onom veličanstvenom luku, koji se zna razapeti u našoj atmosferi. Na onim ćemo malim dugama najlakše opaziti što treba, da postane pojav. To je: 1) kapljice vodene, 2) zrake sunčane, i 3) odredjen položaj motritelja izmedju vodenih kapi i Sunca. Da vidimo dugu, umjetnu ili prirodnu, treba da okrenemo ledja Suncu. Zrake njegove, što padaju na vodene kapljice pred nama se od njih što odbijaju, što opet u njih ulaze, pa se u njima lome kao u staklenoj prizmi. Nu uz to se bielo svjetlo, što ulazi u kap, razstavi u svoje bojadisane česti, dobro poznati spektrum Sunca, koji je sastavljen od sedam

boja: crvene, narančaste, žute, zelene, plave, modre i ljubičaste.* Pomislimo si od Sunca kroz naše oko pravac potegnut do oblaka pred nama, u kojemu je bezbroj kapljica, to nam taj pravac označuje središte kruga, u kojemu se tvori duga. Četrdeset i dva stupnja i pol od toga središta stoje kapljice, iz kojih nam dolaze u oko crvene zrake, a 40 i pol stupnja daleko kapljice, iz kojih nam dolazi u oko ljubičasta zraka. Kako nam sve kapljice vodene okolo onoga središta, koje su od njega daleko 42½ stupnja, šalju u oko crvene, a sve kapljice okolo na okolo, udaljene 40½ stupnja, šalju ljubičaste zrake, razbiramo, da nam se mora duga pokazati kao šaren kružni luk, koji je širok dva stupnja, i na gornjem kraju pokazuje crvenu, a na donjem ljubičastu boju. Medju njima se redaju ostale boje spektra. Nije ovdje mjesto, da se upuštamo u dublje tumačenje ovoga svima poznatoga, jer se tomu hoće temeljito znanje zakonâ optike. Ovdje nam je tek spomenuti, da se gdjekada iznad prave duge, koja se uviek pozna po tom, što je crvena boja gore, a ljubičasta dolje, zna pokazati u slabijem sjaju još jedna s obrnutim redom boja: crvena dolje a ljubičasta gore. I ova se sporedna duga tumači po zakonima optike tim, da se sunčano svjetlo u kapljicama odbija dva puta i lomi dva puta, pa zato i jest polumjer te duge za crvene zrake 51 stupanj, a za ljubičaste 54 stupnja. Sporedna je duga dakle i nešto šira od prave, ali je zato opet uviek i mnogo bljedja od nje. Obje se zajedno zovu dvostrukom dugom. Ako se svjetlo u kapljicama još više puta odbija, može da postane i treća, četvrta . . . sporedna duga. Nu riedko se kada vide. Tako je n. pr. profesor fizike Wotruba u Santa-Quiteriji u Portugalu dne 15. lipnja g. 1877. u 5 sati u jutro vidio peterostruku dugu.

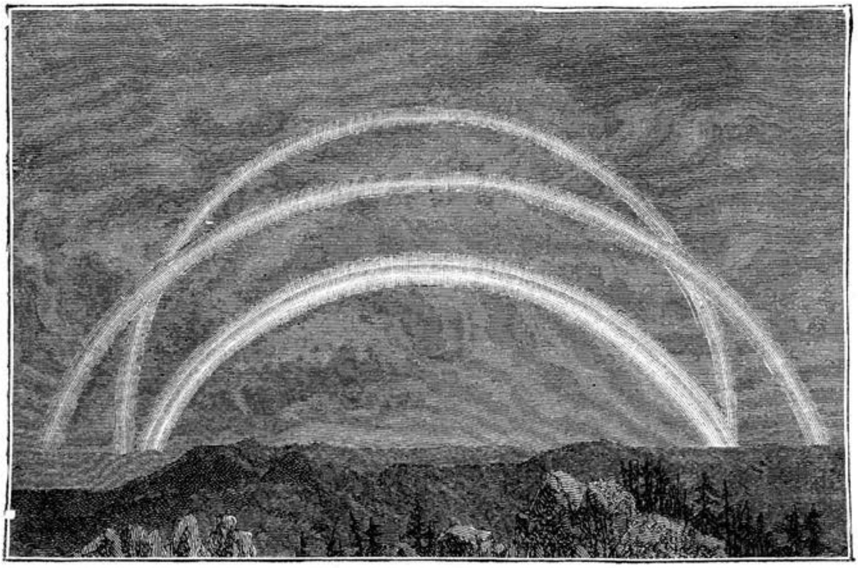
Kad su u tamnu sobu bacili sunčane zrake umjetnim načinom na vodoskok, vidjeli su čak 17 duga!

Može se dogoditi i to, da sunčane zrake najprije udare o gladku i mirnu površinu vode n. pr. jezera, pa se onda tek odbijaju u oblak i prošavši kroz njegove kapljice izvode takodjer dugu. Fizikalno tumačenje toga dosta riedkoga pojava, pokazuje, da ovakovu dugu glavna duga sieče u dvie točke; gdje ju sieče, to visi o visini Sunca nad horizontom. Mora da je veoma krasan pojav, ako se uz prvu direktnu dugu pojavi njezina sporedna, pa onda uza to još postane ova

---

* Izporedi: Kučera: Naše nebo. (Zagreb. 1895.) Članak: Svjetlo glasnik iz svemira. Str. 152—182.

sada spomenuta druga duga odbijanjem sunčanih zraka od vode. Taki su pojav zaista vidjeli francuzki akademici, poslani na polarni krug, da mjere dužinu meridijana, dne 17. srpnja g. 1736. na brdu Ketima. Ovaj pojav pokazuje naša slika 92. Najdolnja duga imala je dolje ljubičastu, a gore crvenu boju, kao obično. To bijaše prva i glavna duga. Druga iznad nje, ali s njom paralelna, bijaše njezina sporedna duga, u kojoj je bila crvena boja dolje, a ljubičasta gore. Treća je duga polazila baš od podnožišta prve, prosiecala je drugu na dva mjesta i imala je, kao i glavna, crvenu boju gore, a



Sl. 92. Trostruka duga.

ljubičastu dolje. Riedki su ovakovi neobični pojavi, nu mora da su osobito krasni. Ima ih opisanih i naslikanih nekoliko, gdje se uz glavnu dugu pokazaše nepravilne duge odbijanjem svjetla od jezera, pače i od mirne pučine morske. Spominjemo ovdje pojav od 11. rujna god. 1874., što ga je opazio Tait u Englezkoj i pojav od 20. listopada god. 1879., što ga je vidio u Švicarskoj Garloch.

I Mjesec može da izvodi dugu. A čini se, da taj pojav nije ni tako riedak, kako se misli, samo ga ljudi često ne vide, jer pada u noć. Liepo je opisao takovu noćnu dugu Mjesečevu njemački pjesnik Schiller u svomu Wilhelmu Tellu. Spram sunčane je dakako

*

slabašna, a dobro se vidi samo uz pun mjesec. Flammarion je imao prilike, da vidi ovaj riedki pojav dne 9. svibnja god. 1865. Bilo je oko 10 sati na večer. Puni je Mjesec stajao nekih 60 stupanja nad horizontom, a na zapadnom se nebu načinio luk s vrlo čistim bojama. Svih je sedam spektralnih boja jasno razbirao. Nu vidio je još rjedji pojav: uz glavnu načinila se iznad nje i sporedna duga, mnogo slabija, nu jasno izražena! Mjesto oblaka može da bude i okomita vrsta jake magle podloga za postajanje duge. U planinama vide putnici često na gustoj vrsti magle veoma sjajan luk, koji se zove biela duga. Redovno je biela, a gdjekada samo na izvanjem kraju crvenkasta. Polumjer je ove duge od prilike za $3\frac{1}{2}$ stupnja manji od polumjera obične duge, a po fizikalnom tumačenju mora da i bude polumjer luka tim manji, čim su manje vodene kapljice, u kojima postaje. To je uzrok, po Tyndallu, da ne pokazuje bojâ.

3.

Nauka meteorologička kao da do danas još nije dospjela da svrsta, kako treba, sve prerazlične pojave svjetla u našoj atmosferi. Uzrok je tomu u prvom redu, što se mnogi od ovih pojava preriedko zbivaju, a da bi ih bili mogli na tanko proučiti. Čas prije opisasmo čitateljima, koliko je za njih zanimljiva krasna duga i vidjesmo, da postaje tim, što se svjetlo lomi i odbija u vodenim kapljicama i da se javlja uviek na suprotnoj strani od Sunca. Ovdje ćemo opisati nekoliko riedkih pojava, kojima je s dugom samo to zajedničko svojstvo, da postaju takodjer na suprotnoj strani od Sunca: ako je Sunce motritelju na iztoku, pojav se vidi na zapadu i obrnuto. Svim je tim pojavima radi toga dao Flammarion zajedničko ime antheliji (od grč. anti-nasuprot i helios-Sunce).

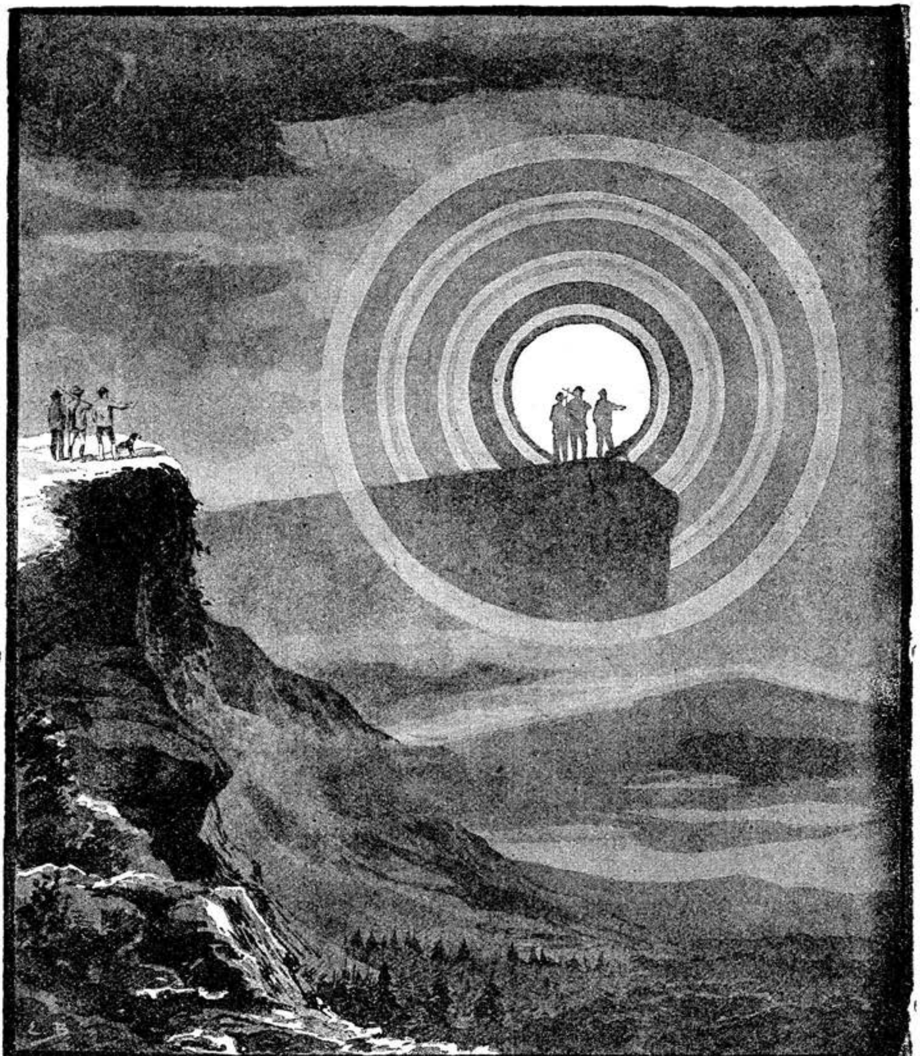
Ovamo idu u prvom redu sjene visokih bregova, koje se često u planinama mogu vidjeti ili na drugim planinama ili na vrstama guste magle o izhodu ili zapadu Sunca. Tako je n. pr. Flammarion vidio jasno izraženu sjenu Rigija na Pilatu, koji je na drugoj strani Lucernskoga jezera na zapadu od Rigija. Pojav se pokazao nekoliko minuta iza izhoda Sunca i trouglasti se lik Rigija jasno naslikao. Sjena se Montblanka takodjer lako vidi, ali o zapadu Sunca. Liepo su ju opisali Bravais i Martins, koji su ju gledali u veoma zgodnim prilikama.

Nu ovakovi pojavi, makar bili riedki, ne bude toliko interes svieta, jer ih on s mjesta razumije. Drugi pojavi ove vrste su takodjer riedki, ali kud i kamo zanimljiviji, jer se neukomu oku čini, da utječe sila nadnaravna. Imena, što su ih dobili takovi pojavi, već svjedoče, da su ih se ljudi bojali. Pa i danas, kad je nauka s njih skinula tajinstveno ruho, raztumačivši im prirodno podrietlo, još ih uviek prate istim interesom i stručnjaci i svi prijatelji prirode. Da ih nabrojimo nekoliko!

U prvom je redu sablast na Brockenu. Strašno ime! Brocken je ime najvišem briegu u krasnom njemačkom Harzu u kraljevini Hannover. Visok je nekih 1100 metara i s njegovog se vrha pruža pod nama ravnina do 70 milja daleko, dakle možemo pregledati gotovo dvadesetinu ciele Evrope, na kojem je 5 milijuna ljudi. Brockenu je velika uloga i u mitologiji njemačkoj: kad je dolje već preobladalo bilo kršćanstvo, na Brockenu još su se častili dosta dugo stari bogovi u potaji. I u najnovije se je vrieme njegovo ime spominjalo dosta: sada se na vrhu mu uz hotel diže i znamenit meteorološki observatorij. Godine 1780. vidio je Silberschlag na vrhuncu Brockena ovaj pojav. Kada je stajao na sasma otvorenom, osamljenom stajalištu (n. pr. na vrh koje pećine), a iza sebe imao nizko Sunce, pred sobom stienu guste magle, vidio je na toj stieni svoju užasno povećanu sjenu, a oko glave su gdjekada krasno bojadisani krugovi. Silberschlag je tomu pojavu dao ime sablast na Brockenu. Nu mnogo se češće taj pojav vidi u Alpama, pa su kao najzgodnija za nj mjesta poznati Pilatus, Rigi, Mythen i Zugspitze. Obično vidimo svoju sjenu oštrije, nego sjene svojih suputnika, gdjekada su one tako slabe, da vidimo samo svoju sjenu. Sve su slike te „sablasti“ (pa i naša) u toliko netočne, što se pojav vidi samo sa stajališta motritelja, a sa strane ne može treća osoba vidjeti i motritelja i pojav sam. I tobožnja veličina sjene je nesvjestna varka naših sjetila, jer mi daljinu sjene od nas cienimo mnogo veću, nego što je u zbilji. Kako su sunčane zrake medju sobom uzporedne, sjena u istinu ne može da bude veća od predmeta.

Kao primjer za ovu „sablast“ donosimo jedan od novijih pojava. Dne 4. travnja g. 1883. vidili su nekoji članovi naučnoga družtva u Jaenu (Španjolska) osobito liep pojav naslikan u našoj sl. 93. Toga dana u šest sati i 20 minuta u jutro našao se Ildefonse Rincon s jednim drugom i slugom na vrhu Sierre de Valdepeñas, od prilike 15 kilometara južno od Jaena. Jaka je

magla zastirala dolinu i zapadno nebo, a s iztočnog neba sunčane zrake prodirale kroz tanku vrstu para na horizontu, i družtvo je



Sl. 93. Sablast Brockena i Ulloini koluti opaženi u Andaluziji dne 4. travnja god. 1883.

prekrasno moglo motriti izhod Sunca. Obrnuvši se na zapad vidješe pojav naslikan na našoj slici: osupnuli su se s krasote nigda ne-

vidjenoga pojava. Svoju sjenu, sjenu svojih suputnika, pače i sjenu svoga psa vidješe točno nacrtanu; pače svako je njihovo gibanje točno oponašala „sablast“. Nu još više! Biel krug s promjerom od tri metra, obavio se oko glava sablasti kao aureola, a još četiri koncentrična kruga se ovomu nadovezaše u sjajnim bojama duge: crvena je boja bila glavna u nutarnjem, zelena u drugom, modra u trećem, a ljubičasta u četvrtom i najvećem. Rincon je pošao s mjesta izradjivati nacrt toga riedkoga pojava, koji se stao gubiti, kako se magla stala razilaziti. Težko mu se bilo odkinuti od mjesta, gdje je gledao tako liep i riedak pojav!

Ovakove sjajne krugove oko „sablasti“ vidio je prvi španjolski prirodoslovac Ulloa (1716—1795) u Kordillerama južne Amerike, pa se po njemu i zovu Ulloini koluti ili krugovi.

Scoresby, koji je mnogo putovao po polarnim krajevima, vidio je često za magle ovu „sablast“ sa vrha jarbola na svom brodu.

I iz balona se može gdjekada vidjeti takova sablast. Flammarion, koji se je mnogo puta digao u zrak u naučne svrhe, opisao nam je nekoliko takovih liepih pojava. Ponajljepši je ovdje u sl. 94. naslikan, što ga je vidio i podpuno proučavao na svom izletu u atmosferu dne 15. travnja g. 1868. Toga dana u četiri sata po podne, došao je balon do gornje granice oblakâ, 1415 metara visoko. Vidješe on i njegov drug, gdje se na oblaku pred njima razvijao, baš na suprotnoj strani Suncu, balon, gotovo tako velik kao njihov, a pod njim ladjica kao njihova; u ladjici vidješe i dva putnika tako dobro, da su ih mogli gotovo prepoznati po njihovim karakterističnim sjenama. Ova je sjena balonova bila obkoljena koncentričnim bojadisanim krugovima, a u središtu je bila ladjica. Prekrasno se ova izticala na podlozi žuto-bieloj. Prvi slabo modri krug opasao je onu svietlu podlogu i ladjicu. Oko njega se slegao drugi krug žutkaste boje; iza njega pojav crvenkasto siv i na koncu kao četvrti, izvanji krug ljubičaste boje, koji se je pomalo gubio u sivoj boji oblaka. Mogao si na toj sablasti razabrati sve sitnice: konce, užeta ladjice i instrumente. Svaku je njihovu kretnju sablast s mjesta ponovila. Flammarion je n. pr. digao jednu ruku, i jedna je sablast digla svoju; njegov je drug mahnuo francuzkim barjakom, i druga je sablast to s mjesta učinila. Anthelij je ovaj ostao na oblaku toliko vremena, da ga je Flammarion u svojoj knjižici mogao nacrtati i osim toga izpitati, kaki je bio oblak, na kojemu se je javio. Termometar je pokazivao u oblaku + 2°C., dakle kuglice ne

bijahu smrznute, a higrometar pokazivao je maksimum vlage u toj visini. Balon se digao još do 1400 metara, gdje je vlaga bila opet manja. Po tom zaključuje Flammarion, da pojav postaje ogibom svjetla sa rubovima malih vodenih kuglica u oblaku.

4.

I na sunčanoj se strani znadu u našoj atmosferi gdjekada javljati prekrasni pojavi svjetla, koji se zajedničkim imenom mogu zvati parheliji (grč. para = kraj, helios = Sunce). Svaki čovjek zna od svoga izkustva, da se oko Sunca i Mjeseca uz odredjene uvjete u našoj atmosferi javljaju što bliže što dalje sjajni koluti različitih boja. Gdjekada broj tih koluta naraste velik, oni se raznoliko križaju i daju oku prekrasnu prirodnu panoramu. Vriedno je, da se taknemo bar nekojih od ovih liepih pojava. Još je najobičniji od ovih pojava mali kolut, koji se dosta često pokazuje oko Mjeseca, ako je dosta velik, da njegovo svjetlo prodire kroz oblačiće izpred njega. Taj mali kolut oko Mjeseca pokazuje boje iste kao i duga, samo je polumjer okruga malen: jedva je nekoliko puta veći od promjera Mjeseca. I oko Sunca se gdjekada vidi taj mali kolut, nu puno teže nego oko Mjeseca, jer je sunčano svjetlo prejako. Nu lako ćemo ih vidjeti, ako sliku Sunca gledamo u vodi ili na crnom staklu. Ove liepe kolute vidjet ćemo uz svaku vrstu oblačića osim cirrusa (ovčica), samo treba da su tako riedki, da ih svjetlo Sunca ili Mjeseca može da probije. Osobito su liepi uz tanku maglu. Tumače ih fizičari ogibom svjetla sa rubovima malih vodenih kuglica, koje lebde u atmosferi.

Mnogo više od ovih kolutića oko Sunca ili Mjeseca zanimaju ljude veliki koluti, koji gdjekada daleko od Sunca ili Mjeseca znadu njih opasati. Sunce i Mjesec su uviek u središtu velikoga sjajnoga koluta, kojemu je polumjer obično 22° stupnja. Obično su šareni i okreću Suncu ili Mjesecu crvenu boju, dakle su u tom baš suprotni običnoj dugi. Već je Aristotele poznavao taj liepi pojav i nadjenuo mu ime halo (od grč. halos = area = uzduh) i uz to su ime još danas poznati po čitavom naobraženom svietu.

Kad se pokazuje na nebu halo, moći ćemo se osvjedočiti, da je na njemu malih i bielih lakih oblačića, koji se zovu cirrus ili ovčice. Oni su očito uzrok, da se halo načini. Nu gdjekada su ti cirrusi tako tanki i prozirni, da ih naše oko i ne vidi, — nebo nam se čini

sasma vedro. Tek ako bolje pogledamo opazit ćemo, da nije modro, nego mu je boja bjelkasta: cirrusi su se složili u jednu tanko razredjenu masu, kojoj oko i ne može da uhvati pravih rubova; tek ih odaje bjelkasta boja neba u okolici Sunca ili Mjeseca. Ti su tanki oblačići od nas veoma daleki i sastavljeni od samih tankih ledenih kristala u obliku iglica. Tako nam se i tumači činjenica, da ovih velikih i gdjekada baš sjajno bojadisanih koluta ne umješe raztumačiti, pa je za stalno u tom jedan od uzroka, zašto su u tim kolutima i drugim pojavima, koji se s njima zajedno pokazuju, gledali gdjekada čudesa, znakove nebeske srdžbe ili vjestnike političkih katastrofa i dr. Ali za postajanje haloa nije dosta, da su oni najviši oblaci sastavljeni od ledenih iglica; tomu se hoće još ove dvie stvari: Oblak mora da ima neku odredjenu debljinu: ako je pretanak, halo se ne tvori; ako je predebeo, svjetlo ne probija. Kristali ledeni u oblaku ne smiju da postaju prenaglo i vjetar ne smije da ih prebacuje. Iglice postaju u tim slučajevima neprozračne, kuti njihovih ravnina nisu svi jednaki, kako treba da budu po zakonima kristalizacije. Nu pojav ipak nije tako riedak, kako se obćeno misli. U našim će krajevima biti u godini dana oko 50 dana s halom, a u sjevernoj Evropi još više. Pravilni je oblik tih kristala upravna prizma, kojoj stoji na pravilnoj šesterostranoj podnici. Svaki zna, da se sunčano svjetlo, kad udari u ovakove prizme, što od njezinih gladkih ploha odbije, kao od staklenog zrcala, što opet u prizmu ulazi i u njoj se razciepa u poznate nam prizmatičke boje. Nauka je pokazala, da ove upravne šesterostrane prizme od prozirnoga leda dostaju za tumačenje svih pojava na ovakovim kolutima, makar se kako činili zamršeni, samo, ako su vjerodostojnim opažanjem bili utvrdjeni. Nije ovdje mjesto, da se upuštamo u to naučno tumačenje, dosta je, da iztaknemo, kako im je uzrok u odbijanju svjetla od ovih kristala leda i u lomljenju i razstavljanju bieloga svjetla sunčanoga u njima. Spominjemo tek, da se u zgodnim prilikama zna načiniti oko Sunca i više ovakovih velikih koluta; najčešće se oko prvoga načini još jedan baš s dvostrukim polumjerom od 44 stupnja. Koluti su koncentrični i oba okreću Suncu crvene boje, a na izvanju stranu zelenkasto-modru. Drugda se opet javljaju uz ove kolute još i drugi, kojima više nije Sunce u središtu, nego se prvoga koluta ili dotiču izvana, ili ga sieku u dvie točke. Ova mjesta, gdje se takova dva sjajna koluta sieku, znadu biti osobito sjajna, pa se natječu u sjaju s pravim Suncem u središtu; nadjenuše im s toga ime sporedna

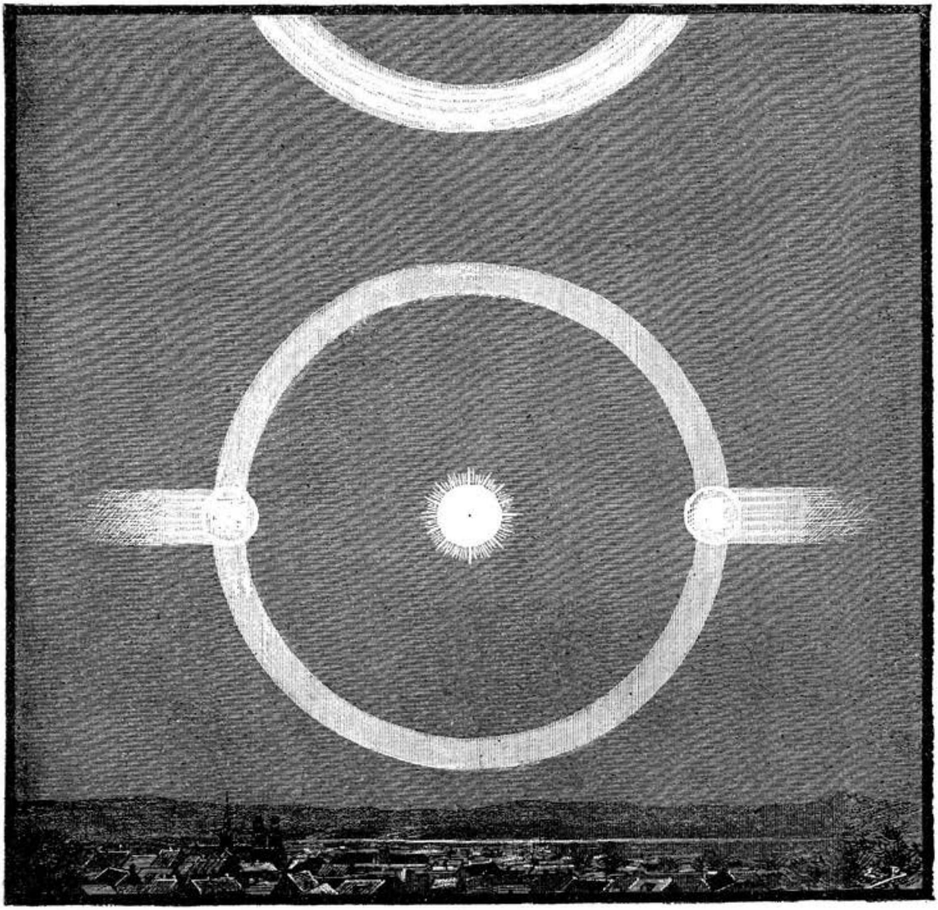
Sunca. Do sada je najljepši halo vidio i opisao Lowitz u Petrogradu. Pokazao se taj krasni pojav 29. lipnja g. 1790. i trajao je od 7 sati i pol u jutro do podneva. Gotovo sve, što ovakav pojav može pokazati, vidio je Lowitz složeno u spomenutom pojavu. Tu je bio oko Sunca prvi kolut s polumjerom od 22 stupnja, liepo bojadisan; s njim koncentričan drugi veliki kolut s dvostrukim polumjerom u liepim bojama prizmatičnim. Treći je kolut, još veći prolazio kroz Sunce i sjekao oba predjašnja koluta; gdje je sjekao prvi kolut, načinila su se dva sporedna Sunca, jedno desno, a drugo lievo od pravoga. Drugoga su se napokon koluta izvana doticala još tri šarena koluta, koji ipak nisu bili podpuni.

Iz novijega doba osobito je zanimljiv halo, što se je pokazao zajedno sa sporednim suncima u Orléansu dne 17. siečnja g. 1885. Taj pojav pokazuje naša sl. 95., a vidio ga je i opisao D. Luzet. Četrdeset minuta poslije podne pokazao se oko Sunca vanredno sjajan kolut s polumjerom od nekih 20 stupanja. Na krajevima njegovoga horizontalnoga premjera načinile se dvije biele veoma svietle pjege, kojima je sjaj jedno četvrt ure neprestano rastao; oko petdeset i pet minuta poslie pô dana bile su tako sjajne, da ih oko nije moglo da gleda. Bila su dakle na nebu tri sunca: u sredini pravo, a na svakoj strani po jedno sporedno. Poslije toga im je sjaj opadao i oba su sporedna sunca na izvanjoj strani svojoj prelazila u žutkastu boju. Na nebu nije bilo nikakovih oblaka, tek je nebo bilo nešto sivo (za pravo od ledenih iglica, koje su bile povod pojavu). Termometar je pokazivao jedan stupanj izpod ništice. Iznad pravoga haloa načinila se još liepa duga, koja je krakove svoje okrenula gore prama zenitu i trajala je, dok se je god vidio cieli pojav. Ova se vrsta duge veoma riedko vidi; zovu ju „zenitalna duga“. Činilo se, da se je duga načinila na kraju one sive materije, od koje je postao halo. Da se je načinio i drugi veliki kolut od 44 stupnja, bila bi ga se ova duga doticala. Ova se duga može pokazati samo onda, ako je Sunce visoko nad horizontom 22 do 31 stupanj.

Dne 28. siečnja g. 1887. vidio se po čitavoj iztočnoj Francuzkoj od Pariza do Rheinsa krasan sunčani halo. Kako ga je vidio i opisao Bouisson u Fontainebleau-u, pokazuje naša sl. 96. Izmedju 9 sati i pol i deset sati u jutro pokazivao je ove karaktere:

1. svietao krug, komu je polumjer bio 23 stupnja od prilike; Sunce je bilo u njegovom središtu; pokazivao je boje, koje su prolazile od sure unutra do žutkaste sive izvana.

2. Drugi svietao krug, koncentričan prvomu, s polumjerom od prilike dvostrukim, pokazivao je osobito u svojoj gornjoj polovici liepo dugine boje, crvenu unutra.

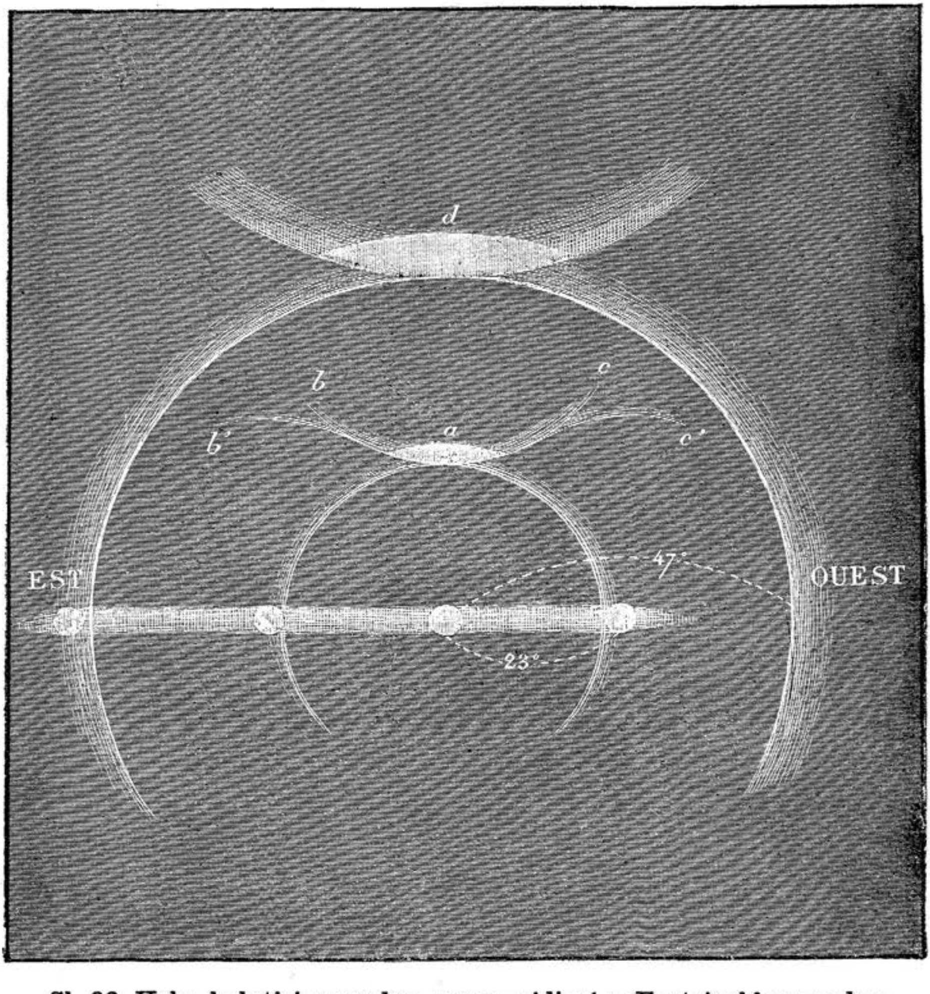


Sl. 95. Halo i sunca sporedna u Orleansu dne 17. siečnja god. 1885.

3. U točki *d* većega kruga vidio si opet dio trećega kruga, gdje ga se baš tiče; boje su mu bile veoma žive.

4. U najvišoj točki *a* dirao se takodjer nutarnjega kruga u početku pojava svietao luk *bac*, sličan predjašnjemu, koji se neko

vrieme pružao dolje u lucima *ab'* i *ac'*; sjaj im je naglo opadao prema krajevima; gdje su se ovi kruzi doticali, u točki *a*, pokazivala se svjetla izdubina.



Sl. 96. Halo, koluti i sporedna sunca vidjeni u Fontainebleau-u dne 28. siečnja god. 1887.

5. Horizontalna svietla pruga prolazila je baš kroz Sunce i sterala se na zapad nešto preko obsega manjega kruga, a na iztok i preko obsega većega. Na toj se prugi pokazaše tri sporedna sunca, dva na manjem krugu, veoma sjajna, a treće slabije na

iztočnoj strani većega kruga. Ovi se pojavi mogu gdjekada sastaviti u još ljepšu panoramu. Ima tomu primjera, da se uz horizontalnu svietlu prugu, koja ide kroz pravo Sunce načini i jedna vertikalna takova pruga, koja takodjer ide kroz Sunce. U takim se prilikama vidi biel svietao krst na nebu, kojemu je u sredini Sunce ili Mjesec. Taj se krst može načiniti i na suprotnoj strani neba, gdje se horizontalni i vertikalni krug po drugi put sieku. Nisu li više luci ondje tako svietli, da bi se jasno izticao lik krsta, ono je mjesto ipak znatno svjetlije od svoje okoline. pa ga zato zovu „suprotno Sunce“. Suprotnog Mjeseca do sada još nitko nije vidio. U obće treba iztaknuti: kada se glavni koluti pomiešaju s drugima, koji ih sieku ili ih se dotiču, znadu po ciele sate na nebu stajati prekrasni optički pojavi, kod kojih gdjekada vidimo više sporednih i suprotnih sunaca. Poznat je u povjesti „rimski fenomen“ od g. 1629., kod kojega su uzporedo gledali nekoliko veoma sjajnih sporednih sunaca. Hevel spominje, da je g. 1661. jednoć gledao u jedan mah sedam sunaca! Nu najkrasniji je i s te strane bio opisani petrogradski pojav od g. 1790., gdje su u svemu vidjeli pet sporednih sunaca. Ako se halo napravi baš o izhodu ili zapadu Sunca, može se dogoditi, da se od vertikalnoga svietloga kruga vidi samo gornji dio, ali se taj razvije tako krasno, da nam se čini, kao da se iz Sunca diže osovno u vis uzak crvenkast plamen do 40 stupanja visoko. Zovu taj pojav „sunčani stup.“

Svi ovdje spomenuti, riedki ali sjajni pojavi u našoj atmosferi, bili su poznati i u starije doba. Od svih su se pojava svjetla u staro doba najviše kosnuli naroda baš ovi pojavi: halo, sporedna sunca, suprotna sunca, svietli krstovi na nebu, krune i druge, gdjekada veoma fantastične prikaze. U meteorologičkim analima prošlih viekova, punih sujevjerja, njima je široko mjesto. Osupnuti ovakovim neobičnim pojavima, neuki su ljudi, za koje je Bog bio u njihovom neznanju starac vladar, koji je sjedio na oblacima, te pojave tumačili kao znakove božanske volje, čas dobre, čas zle. Mnoge kritike prošloga i ovoga vieka jednostavno su niekale stare opise ovakih pojava i proglasili ih lažnima. Nu, kad ih čovjek izporedi s današnjim pouzdanim opisima sličnih pojava, ne može da pristane uz ovo podpuno niekanje. Istina je tek to, da su ih ljudi, jamačno od straha, pretjerano opisivali i mienjali. Ostaje ih ipak nekoliko, koje ćemo i danas težko razumjeti, pa ih ni današnja nauka ne može da raztumači posvema. Nu sličnih je pojava bilo

i u novije doba. Naša naslovna slika n. pr. pokazuje taki jedan pojav, koji se je pokazao u Alpama turistima dne 14. srpnja god. 1865.

Ovaj je pojav bio svakako jedan od najneobičnijih pojava, što ih možemo svrstati u red haloa. Vidok mu je bio Whymper na Cervinu, a izišao je na velik glas poradi dramatičnih prizora, uz koje se je pokazao. Sretno se je cielo družtvo popelo na brieg. Nu na povratku se tek pokazaše sve pogibelji težkoga silazenja: dva se druga Whymperova sunovratiše u bezdan! Oni, što ostadoše na životu, u sred kobne tišine i zapanjeni od straha, nastaviše put niz brdo, nu kad podigoše oči, vidješe pred sobom na nebu halo, razstavljen osovnim stupom u dvoje i u svakom odsjeku po jedan ogromni krst. Činilo se, kao da se krstovi dižu iz bezdna, u kojemu su čas prije izdahnuli svoj posljednji dah nesretni drugovi njihovi! Nema sumnje, da su i ovi krstovi postali tim, što su se sjekli različni krugovi, kojim se ostatci nisu vidjeli. Pojav se tumači, kao svaki drugi halo. Slučaj je htio, da se ova dva krsta pokazaše baš na onom mjestu, gdje su čas prije izdahnula dva čovjeka; nu krstovi bi se bez dvojbe bili vidjeli i onda, da su oba nesretnika ostala na životu. Nu ovaj osobiti slučaj kao da izazivlje maštu, da se zaleti u vrhunaravne krajeve, kako bi obrazložila, zašto se pokazalo oboje u isti čas.

Kako su u našem vieku astronomija i fizika uspješno napredovale, kako je padala vriednost astrologiji a rasla sloboda izpitivanja, tako su i ovi pojavi sve više gubili svoj vrhunaravni biljeg; naučna ih teorija optike gotovo sve tumači posvema točno, observatoriji ih i stručnjaci redovno bilježe kao fizikalne pojave, koji idu u široko polje meteorologije, te nauke o svim pojavima u našoj atmosferi. Josephus Flavius pripovieda, da su Židovi slutili svoju propast, kad su Rimljani godine 70. stali obsiedati Jerusolim, „jer su na nebu vidjeli vojske, gdje idu u crvenim oblacima“. Nu sasma su slične pojave gledali ravno tisuću i osam stotina godina kasnije ljudi u rujnu godine 1870., kad su Niemci išli na Pariz. Ali danas ljudi znadu, po izvjestnoj nauci, da su to prirodni pojavi, a uzrok da im je djelovanje svjetla u našoj atmosferi.

5.

Posljednji pojav nas vodi do toga, da svrnemo pažnju na još jednu hrpu, gdjekada veoma zanimljivih pojava svjetla u našoj

atmosferi, kojima je zajednički uzrok lomljenje sunčanih zraka svjetla u donjim vrstama atmosfere, za to i zove nauka taj pojav „zemaljsko lomljenje svjetla“.

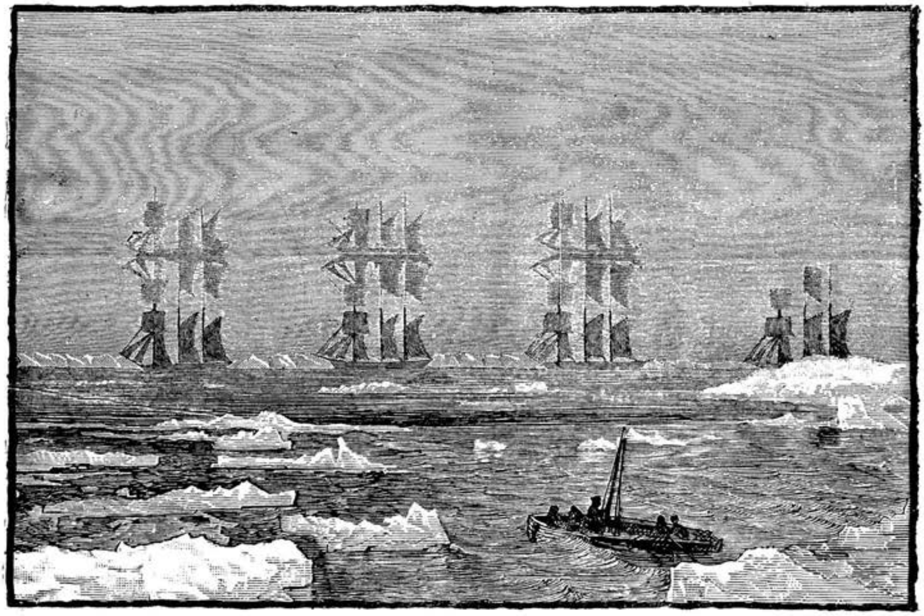
Dosada se opisani pojavi vide samo u visokim i najvišim vrstama atmosfere. Ali atmosfera naša je pravi čudak: nježine se čudne tvorbe optičke znadu preseliti i u najnižu vrstu njezinu, kud naše noge gaze, pa umije, igrajući se žarkim zrakama svjetla kao čarobnjak u tren oka sasma promieniti lice kojemu kraju. Nazad dvie tisuće godina opisao je Diodor takov pojav, koji se češće pokaživao u Africi. Uzduh je znao biti pun kojekakvih neobičnih životinja što mirnih, što bježećih; jedne su progonile druge. Zvat ćemo te pojave „uzdušne prikaze“ zajedničkim imenom, jer im je pravi uzrok u tom, što su najniže vrste uzduha gdjekada sasma drugačije gustoće, nego što su obično: jednoć su rjedje od onih nad njima, a drugda opet nerazmjerno gušće; nema onog postepenoga prielaza od tanjega uzduha u gušći, kaki je običan u našoj atmosferi. U takim se neobičnim prilikama i zrake svjetla neobično lome u tim vrstama, pa postaju pojavi posvema neobični. Evo ih nekoliko.

Stanemo li na otvorenom polju, pregledat ćemo očima okolo na okolo krug, koji će biti svaki dan jednako velik, ako stanemo na isto mjesto. Nu ako si dobro upamtimo, što vidimo na rubu toga kruga (na našem horizontu) redovno, naći ćemo gdjekada, da nam oko u odredjenim prilikama ne vidi tako daleko kao obično; nekoji od predmeta na dalekom rubu kao da su se sakrili, kao da su sašli pod horizont, ali ne za uviek; čim se prilike u uzduhu (inače posvema čistomu) nešto promiene, eno ih opet na svom običnom mjestu. Ovo umanjivanje horizonta ili kako vele u nauci depresija horizonta posljedica je neobičnom lomljenju svjetla u najnižim vrstama uzduha, koje su se nejednako ugrijale. U drugim ćemo opet prilikama vidjeti, da nam se horizont razširio: predmeti, kojih obično ne vidimo na rubu svoga horizonta, najednoć se posvema jasno pojave n. pr. tornjevi, zgrade, brežuljci i t. d. Ovaj pojav poznaju osobito mornari, koji su po svom zanatu naučni, da redovno izgledaju daleke obale, pa po tom odmah opaze, ako vide nešto neobično. Tako je n. pr. Lattham dne 26. srpnja g. 1797. u Hastingsu vidio francuzku obalu kod Dieppea bez teleskopa, makar da se radi kuglovitoga oblika Zemlje ne bi smjela vidjeti, pa se zaista redovno i ne vidi. Vince je opet pod večer dne 6. srpnja g. 1806. iz Ramsgate-a vidio čitavi dvor u Doveru do dna, dok se u običnim prilikama

vide samo njegova četiri najviša tornja. I. Müller je na Bodenskom jezeru pače veoma često opazio takovo povećanje horizonta. Uzrok mu je, da se najniže vrste uzduha neobično jako ohlade, pa se zrake svjetla u njima neobično lome. Ako dakle turiste pripoviedaju, da gdjekada s visokih vrhova vide neobično daleke krajeve, može se tomu vjerovati na temelju predjašnjih primjera: horizont se uz zgodne prilike u najnižim vrstama atmosfere zaista može toliko razširiti, da se vide daleki predmeti, koji se obično ne vide. Tako n. pr. pripoviedaju putnici, da su s vrhunaca Visokih Taura vidjeli jadransko more, pače i Mletke! Frischauf drži, da im se može vjerovati. S Montblanca, vele nekoji, da su vidjeli tornje stolne crkve u Strassburgu. Ovi su izvan matematičnog horizonta, koji se po teoriji može pregledati s Montblanca. Ako su ih zaista vidjeli, i to je uzdušna prikaza, koja je povećala horizont s Montblanca. Nu oblici se ovakovih dalekih uzdušnih prikaza znadu svakojako izvrnuti i promieniti. Gdjekada se uz predmet sam vidi u uzduhu iznad njega obrnuta njegova slika, a iznad ove opet upravna slika njegova. Scoresby, koji je početkom ovoga vieka mnogo putovao po polarnim sjevernim krajevima, vidio je dosta često takove prikaze različitih oblika. Vidio je daleke brodove, gdjekada produžene u visinu, drugda splosnute. Gledao je daleko 30 milja od sebe, dakle izpod pravoga horizonta, u zraku obrnute i upravne slike brodova. Priča o „letećem Holandezu“ jamačno ima svoju osnovu u ovakovoj uzdušnoj prikazi. Ovakovu veoma liepu prikazu vidjeli su na ekspediciji k sjevernom polu na Germaniji godine 1869. Pokazuje ju naša slika 97. Svi ovi pojavi potječu od nejednakoga grijanja i nejednake gustoće dolnjih vrsta uzduha. Zrake se svjetla lomljenjem jako odklanjaju od svoga prvoga smjera, pa slike stvari dolaze na drugo mjesto. Nama se čini, kad gledamo uzpravno tielo i obrnutu mu sliku, kao da se tielo slika u zrcalu ili mirnoj vodi. To je i bio povod, da su n. pr. Niemci dali ime pojavu „Luftspiegelung“, akoprem se pojav ne osniva na odbijanju svjetla kao kod slikanja predmeta u zrcalima, nego na lomljenju svjetla. U raznih naroda ima pojav razna imena. Francuzi ga zovu „mirage“, u Italiji mu je ime „Fata Morgana“, u magjarskim pustama „Delibab“, u sjevernoj Africi i Arabiji „sehrab“ t. j. tajanstvena voda ili takodjer „bachr-el-Afrid“ t. j. sin djavla. Ime talijansko „Fata Morgana“, koje kazuje, da te čarobne prikaze izvodi po pučkom vjerovanju vila Morgana (Fata = vila, Morgana = Marigena =

u moru rodjena), koja da sjedi na morskom tiesnu Messinskom, prešlo je posredovanjem Minasija od g. 1773. amo u sve kulturne narode.

Klasična je zemlja ovih prikaza dolnji Egipat, velika ravnica, iz koje se diže tek nekoliko razasutih brežuljaka. Obično je uzduh tih i čist. Kad Sunce izlazi, svi se daleki predmeti vide oštro i jasno; nu čim poraste vrućina, pa se tlo žešće ugrije od sunčanih zraka, stane uzduh drhtati ili titrati. Oko vidi to gibanje uzduha i u našim



Sl. 97. Uzdušno zrcalo kod sjevernog pola. Ekspedicija Germanije god. 1869.

krajevima za ljetnih vrućih dana. Ako nema vjetra, pa ugrijana vrsta uzduha ostane na svom mjestu, razvije se pojav uzdušne prikaze posvema krasno. Kad gledamo daleko k horizontu, vidimo još izpravnu sliku svih brežuljaka, sela, u obće svih nešto viših stvari: ali izpod njih vidimo i obrnute slike tih stvari, a da ne vidimo tla, na kojemu stoje; svi se ti predmeti čine, kao da su u sred velikoga jezera. Za Bonapartine vojne u Egipat često su vidjeli taj pojav i vojnici se već unapried radovali vodi, ali su se ljuto prevarili: nisu znali za Fatu Morganu! Kad su iz daleka gledali sliku neba,

obrnutu sliku kuća i palma, nisu više dvojili o tom, da se sve te stvari zrcale u jezeru. Umorni od velikog puta, vrućine i uzduha, puna pieska, poletješe k obali, ali je obala bježala pred njima; bio je to ugrijani uzduh na ravnini, koji je bio toli sličan površini mirne vode, i on je pokazivao obrnute slike svih nešto viših stvari.

U Libyjskoj pustinji, u Arabiji, u Abessiniji često gledaju ljudi uzdušne prikaze. Ima ih u provencalskoj ravnini Crau, u Bavarskoj, na Genevskom jezeru, na otocima sjevernoga mora i na obali iztočnoga mora. Osobito su liepe kod Napulja i Reggija, pa na obali Sicilije. Nu i u pustama se Ugarske ljeti pokazuju uzdušne prikaze. Kad je velika vrućina i suša spržila sve, što na pusti raste, vidi putnik iznenada, kao da se je javio kakov čarobnjak, gdje se sa svih strana k njemu valja plavkasta ili siva voda. Kao da ga draži, sve mu se bliže primiče, pa opet bježi, kad joj se približi. Pojav, vele, tako je prirodan, da razum mora putniku pomoći do uvjerenja, kako to ipak nije voda. Tà čas je prije prolazio po suhom i izprženom tlu, a valovi se i s te strane za njim valjaju. Nu kad mu se već čini, da će ga ti valovi stići i pokriti, nestane ih. Ta ga okolnost tek podsjeti, da je cieli pojav — uzdušna prikaza! Kad Tisa i njezini pritoci na daleko poplave veliku ravnicu, kao da smo na velikom oceanu, pa često ne možemo da razaznamo, što je prava voda, a što prikaza. Iz tih se sivih valova u promjenljivim slikama svaki čas dižu kojekakovi predmeti, šikare, sela, gradovi, dvorovi i dr., pa se sastavljaju u prekrasne grupe, kojih se oči ne mogu dosta da nagledaju, a sve je ipak samo — vodom poplavljena pŭsta!

Ovdje smo sabrali tek nekoliko zanimljivih uzdušnih prikaza, za koje imamo pouzdanih svjedoka. Nu u povjesti ovih pojava ima još mnogo pojava ove ruke, kud i kamo zamršenijih i gotovo fantastičnih: svima je izvor naša atmosfera. Amo gdjekada meću i pojave kriesnica, meteora, meteorita i zodijakalnog svjetla. Ali ne idu amo: astronomija je polje, gdje se o njima razpravlja. Razpravljali smo o njima u našoj knjizi: „Naše nebo“, pa možemo čitatelje uputiti na tu knjigu, gdje će i o njima naći, što treba.

VIII.

Vrtlozi u uzdušnom oceanu i vrieme po Evropi.

Klima i vrieme. — Razlika izmedju obih. — Različne klime. — Klimatologija. — Kolebanje klime. — Vrieme. — Sinoptične karte i sinoptična metoda. — Vrtlozi ili cikloni u atmosferi. — Anticikloni. — Vrieme u ciklonu. — Vrieme u anticiklonu. — Sedam vrsta isobara. — Pregled svih pojava u ciklonu i anticiklonu. — Gibanje ciklona i staze njihove po Evropi.

1.

Tko je pozorno pročitao predjašnje crtice o pojedinim pojavima u našoj atmosferi: o toplini uzduha, o tlaku uzduha, o vodi u uzdušnom oceanu i o vjetrovima, jamačno je opazio, kako svaki od njih utječe na ono, što se i u običnom životu označuje riečju „vrieme“ (das Wetter, il tempo, le temps). Ciela je galerija neobičnih i gdjekada čudnih slika prošla pred duševnim okom našim, koja je za nas ljude na Zemlji puna sadržaja: u njoj je sav život i sva ljepota ovoga svieta sadržana. Mi vidjesmo, kako tanka prozračna haljina, koju nazvasmo uzduhom, Zemlju, na kojoj nam je prvo mjesto, neprestano prati na njezinu putovanju oko Sunca i na njezinoj vrtnji oko osovine, kako s njom sastavlja jednu jedincatu nerazdružnu cjelinu. Vidjesmo, kako joj izvor svega živovanja na Zemlji — Sunce žarko — udjeljuje obilje blage topline, toga prvoga uvjeta životu na njoj, kako na nju izlieva more bajnoga svjetla, koje joj daje svu krasotu, što podražuje tolike umjetničke duše na uživanje, koje joj napokon daje i izmjenu toli raznolikih godišnjih dobi i klimata. Vidjesmo dalje, kako to isto Sunce budi vjetrove u toj atmosferi, kako se svagdje i vazda u njoj izvodi veličanstvena

cirkulacija uzduha, kako se u njoj dižu oblaci gore visoko, da izliju kišu na žedno tlo zemaljsko. U to se zna umiešati i nestašni elektricitet, koji u atmosferi gdjekada izvodi i krasne i strašne pojave. Duh nam se bez dvojbe obogatio točnim i pouzdanim znanjem o velikim pojavima u prirodi i svatko jamačno već sada osjeća ono ugodno čuvstvo, što ga sobom nosi svako razširivanje eksaktnoga znanja. To čuvstvo poraste, kad se sjetimo, da se sve to tiče pitanja, kaki je život i kako se podržava na kugli, kojoj smo i mi stalni obitavaoci; da nismo više kao rodjeni sliepci ili nieme životinje, koje doduše takodjer dišu na dnu te atmosfere, ali ne znadu, da si dadu račun o tom, što je oko njih i što se oko njih zbiva, niti znadu, gdje su i kako žive. Na pozornici, kuda nas je postavila sudba i prikovala verigama neodoljive sile teže, igramo doduše svi više ili manje sjajnu, više ili manje koristnu ulogu po svoj narod i cieli rod ljudski; nu na toj pozornici našega života nismo više nesvjestne lutke, sviet ovaj za duševno oko nije umotan u neprozračnu tminu: mi umijemo da bar donekle ocienimo naš položaj na toj pozornici, a i zgodne namještaje dekoracijâ, koje se sveudilj izmjenjuju oko nas, dok traje naša igra — naš život. Nije li već dosadanjim čitanjem ovih neznatnih crtica o uzdušnom oceanu u svakomu nas živo porasao interes za prirodu i njezine na veliko osnovane radnje, nije li se u nama javilo možda i osjećanje njezinih dražesti? Na žalost s tim liepim čuvstvom ide uzporedo i drugo, koje nas donekle porazuje! Ne čini li nam se sada još više, nego do sada, da je ogromna većina ljudi još u dubokom neznanju, da je rod ljudski — u cjelini — još velika ništica? Pa gle, mjesto da posvećuju sve svoje vrieme i svu svoju snagu na to, kako će nešto svjetla baciti u te grozne tmine neznanja, kako će razširiti svoju inteligenciju, što rade ljudi? Ova im je zadaća tek sporedna, u mnogih naroda tek moda, a ljudi kao da uživaju u tom, da se uzajamno muče podraživanjem požuda i nenavisti, da se uzajamno bez prestanka zlobno ogovaraju i kritizuju, da se bacaju u čitave spletke radi prolazne i dvojbene ambicije, da lete kao pomamni za političkim utvarama, da podižu napokon i ciele vojske, kako će se što obilnije tamaniti! — A što je taj cieli rod ljudski u svemiru? Čudna rasa, na kojoj kao da je zaista nekakovo prokletstvo! Ali još uviek vjerujemo, da ne će ostati tako do vieka!

A tek koliko je toga posla, da nam se pravo znanje i pojimanje svega, što se u nama zbiva i oko nas, razširi i popuni! Tko se je u eksaktnim naukama nešto bolje ogledao, za stalno je

naišao na velik broj upitnika, pošao u makar kojem smjeru u tim naukama. I nauka je meteorologička još puna njih, više ih je, nego što bi željeli.

Takovo je i pitanje o vremenu, na koje smo rad da svrnemo pažnju naših čitalaca u ovim redcima, kako bi im pokazali, što nauka o njemu danas zna, a što ne zna.

Što je „vrieme"? Zališno pitanje! Ta vrieme je bar pojav, koji poznaje svaki čovjek! Ne znaš li o čem bi govorio s kim, započet ćeš jamačno razgovor „o vremenu". Nu zapitamo li se ozbiljnije, što je vrieme, naći ćemo se u maloj neprilici. Što odredjuje pojam vremena? Da li toplina uzduha? Ili možda tlak njegov? Ni jedno ni drugo. Uz najrazličnije temperature i najrazličnije tlakove imamo i liepo i ružno vrieme. Da li vjetar ili možda vlaga u uzdušnom oceanu odredjuje pojam vremena? Nipošto.

Predjašnje nam crtice već pokazaše, da se svi meteorologički faktori u svakoj zemlji, pače na svakom mjestu, drže prilično nekih srednjih vriednosti, od kojih se nikada ne udaljuju previše. Te srednje vriednosti njihove, a osobito srednje temperature, odredjuju ono, što zovemo obično podnebljem ili klimom krajeva. Razlikujemo po tom na kugli zemaljskoj različne klime. Govorimo o matematičnoj ili sunčanoj klimi, a tu mislimo na razpored sunčane topline po zemaljskoj kugli, koja visi samo u kutu, pod kojim sunčane zrake padaju na nju, pa ju u svakoj geografskoj širini drugačije griju. Nu klimu matematičnu u velike preinačuju raznolične tvorbe na zemaljskoj kori, u prvom redu kopna i mora. Tako postaje fizična ili realna klima, pa oštro razlikujemo u nauci i u običnom životu klimu kopna od klime morske, klimu nizina od klime gorske. Uz klimu tropskih krajeva govorimo o sasma različnoj klimi umjerenoga sjevernoga pojasa i o klimi južnoga umjerenoga pojasa. Sasma su drugačije prilike opet u obim pojasima oko polova Zemlje, zato se govori i o klimi polarnih pojasa. Supan je pače išao još mnogo dalje, pa je razdielio cielu kuglu zemaljsku u 34 klimatičke provincije, sastavivši, što je zajedničkoga u klimama pojedinih krajeva na našem planetu. Stručnjaci idu danas još mnogo dalje, pa izpituju klimu svake zemlje, države, pače i većih gradova napose. Metode za ta iztraživanja odredila je meteorologička nauka i naši su ih čitatelji saznali iz predjašnjih članaka u glavnim crtama. Koliko bi bilo zanimljivo, da s te strane udarimo na put oko našega svieta, da pred duševnim okom čitatelja

razvijemo veličanstvenu sliku različnih klimata zemaljske kugle, nu ovdje se u taj studij upuštati ne smijemo. To je predmet posebnoj grani meteorologije, koja se baš sada od nje pomalo posvema odkida, da stane na svoje noge. Zovu ju klimatologija. Tablice, što ih čitatelji nadjoše na koncu nekojih predjašnjih članaka, tek su zrnca za ocjenu klimatičkih prilika u našim krajevima. Veoma zanimljiva klimatologija ciele zemaljske kugle zapremila bi cielu posebnu knjigu. Danas su glavni zastupnici ove nauke jur ponovno spomenuti Njemac



Sl. 98. Aleksander Vojejkov.

Julijo Hann i Rus Aleksander Vojejkov, kojega sliku ovdje iznosimo (sl. 98.). Hannovo njemačko djelo: Handbuch der Klimatologie, koje je g. 1896. izišlo u tri svezka u drugom izdanju, i rusko djelo Vojejkova: „Klimati zemnago šara“, koje je i u njemačkom jeziku izašlo g. 1887. pod naslovom „Die Klimate der Erde“, danas su glavni stupovi ove nauke, i na ta djela nam je svratiti pažnju čitalaca, koje bi ova pitanja zanimala, dok ne steče i hrvatska literatura djelo, u kojemu bi se ovo zanimljivo pitanje razpravilo.

Sva iztraživanja o klimi pokazaše, da je klima svakoga mjesta veoma stalna i da se ne mienja tečajem dugoga vremena gotovo ništa. Tek najnovije znamenite radnje E. Brücknera pokazaše veoma čudan pojav, da se klima na cieloj zemaljskoj kugli nešto malo koleba oko srednjih vriednosti u periodi od 35 godina. Uzporedo se mienjaju nešto srednja temperatura, srednji tlak uzduha i srednja množina oborine, i za čudo je, da se to kolebanje javlja na čitavoj kugli zemaljskoj. Što je uzrok tomu, da se klima u periodi od 35 godina nešto mienja, to je danas još podpuna tajna.

S pojmom je klime u svezi i ono, što mi zovemo „vrieme". Nu klima je širi pojam. Hann liepo veli: Klima je cjelina svih uzdušnih pojava, koji daju karakter srednjemu stanju atmosfere na odredjenom mjestu Zemlje. Ono, što mi zovemo vrieme, to je tek jedna faza, jedan čin u cielom nizu pojava, a njihov cieli razvitak, koji se od godine do godine najednako obavlja, daje klimu toga mjesta.

Dok je klima za svako mjesto nešto stalno, što se ništa ili veoma malo mienja, nema gotovo promjenljivije stvari na svietu od vremena. Osobito se u našem umjerenom pojasu jako očituje ta nestalna, hirovita promjenljivost vremena, pa se čini, kao da nije vezano vrieme baš na nikakove prirodne zakone.

Tko želi, da spozna sve klimate Zemlje, treba da putuje po cieloj kugli zemaljskoj, a tko želi, da dočeka sve raznovrstne oblike vremena, od najljepšega do najružnijega, neka mirno sjedi na svom mjestu: doživjet će ih za stalno sve.

Ponavljamo sada pitanje: što je za pravo vrieme? Razlika nas je izmedju klime i vremena odgovoru primaknula. U odredjenom času pokazuje naša atmosfera na svakom mjestu neku temperaturu, neki tlak, neku vlagu, naoblaku, a možda i oborinu, i neko gibanje. Zajedničko utjecanje svih ovih meteorologičkih elemenata na nas, to je ono, što se zove vrieme. A sad će jamačno biti svakomu jasno, zašto je vrieme tako promjenljivo: svaka promjena u makar kojemu od navedenih elemenata izvodi s mjesta i nekakovu promjenu vremena na tom mjestu. Kako je broj tih faktora dosta velik i kako su moguće promjene njihove dosta velike i različite, jasno je jamačno, da su i oblici vremena prerazlični, na oko bez ikakova reda.

Je li doista tako? Nema li možda i u tom komešanju kakov red? Ta su pitanja uzalud ljudi sebi zadavali 2000 godina! Tek zadnji deceniji devetnaestoga vieka donieli su nešto svjetla u ta pitanja.

Najstarije viesti o promjenama vremena nalazimo u svih naroda u njihovim pričama. Kiša, oblaci, vjetrovi i drugi se uzdušni pojavi opisuju slikovitim jezikom, a tumače se tim, da dolaze od volje kojega vrhunaravnoga bića. Nu zgodno je primietio Abercromby, kako se i u tim pričama veoma točno zrcali klima onoga kraja, gdje je narod živio, pa bi n. pr. iz mitologije grčke i skandinavske mogao sastaviti crticu o klimi onih zemalja, kad bi slike njihovih priča preveo u jezik moderne meteorologije. Na nešto višem stupnju kulture nalazimo, da svi narodi kupe znakove liepoga i ružnoga vremena pa ih sastavljaju u kratke rečenice. Mnogo ih je još i danas u svakom narodu, pa i u hrvatskom. Posebna bi liepa studija bila, ta pravila za vrieme sakupiti i njihovu vriednost izpitati.* U mnogim se takim pravilima iztiče namjera, da tumači pojave vremena utjecanjem zviezda i Mjeseca. Nekoja se potvrdiše, druga ne. Gdjekada se nekoja potvrdiše, drugda opet prevariše ljude. I tako je lutao duh ljudski tisuće godina po tmini i stranputicama.

Proti tim težkim zabludama, koje su svoje crne sjene bacale u devetnaesti inače žarkim svjetlom kulturnoga napredka obasjani viek, poveo je prirodoslovac u boj dva sitna stroja: termometar i barometar. Izučavanje drugih prirodnih pojava već ga je bilo dovelo do uvjerenja, da se prividno najtajinstveniji i najzamršeniji prirodni pojavi zbivaju po stalnim i nepromjenljivim zakonima; izučavanje ga je prirode i tomu već priučilo, da se ti zakoni mogu naći samo mučnim i pomnim izpitivanjem pojava samih. Promjene se vremena zbivaju u uzdušnom oceanu, dakle valja pomno izpitati sve pojave u tom oceanu, pak ćemo se možda dovinuti i razumievanju prividno tako nepravilnih, tako prevrtljivih promjena vremena. U tom pak postepenom izpitivanju bijahu mu desna ruka: termometar i barometar.

Našega je vieka, pače druge polovine našega vieka, zasluga, da su principi induktivne metode uporavljeni i na ovu granu prirodne nauke; žalostne predrasude i zablude tek minule prošlosti pred njezinim sjajem sve više uzmiču, a sunce čiste istine i prave spoznaje sve jače probija: nauka je o vremenu stala na svoje noge, meteorologija je dobila novu granu: nauku o vremenu na znanstvenom temelju, na kojem se od dana na dan uspješno razvija.

Od žalostne slike, što nam ju dadoše crtice iz nedavne prošlosti, obrnimo lice, pak ga okrenimo živoj i radostnijoj sadašnjosti,

* Pisac moli svakoga, tko ih može skupiti po narodu, da mu ih pošalje.

da nam se duša obraduje s liepoga napredka čovječjega duha i na tom polju!

Pod konac prošloga vieka prodrlo je u strukovnim krugovima uvjerenje, da za izpitivanje zakona, po kojima se mienja vrieme, treba točno izpitivati sve faktore, koji utječu na vrieme, na što više mjesta zemaljske površine: po razlikama, koje se pokažu, moći ćemo zaključivati i o njihovim zakonima i o njihovim uzrocima. Predjašnji nam članci pokazaše najglavnije rezultate toga izpitivanja

Iz trokratnih dnevnih opažanja sastaviše najprije dnevne srednjake n. pr. temperature, tlaka uzduha, vlage itd., onda takodjer za pojedine mjesece u godini, i napokon za ciele godine. Iz ovih se je srednjih vriednosti saznao poprečni karakter vremena na tom mjestu Zemlje, ako je niz godinâ bio dosta velik (oko 20 godina). Vrieme u pojedinim epohama pokazivalo je dakako znatne odklone od ovih srednjih vriednosti n. pr. svibanj se jedne godine pokazao mnogo topliji ili hladniji, nego što bi imao biti po srednjoj vriednosti topline. Po ovim odklonima vremena od mnogogodišnjih srednjaka topline itd., mogli smo opet odrediti granice, u kojima se mogu mienjati pojavi vremena, a time smo odredili ono, što se zove klimatički karakter toga mjesta.

Ova — mogli bismo reći — statistička metoda iztraživati vrieme u mnogim nas prilikama ne zadovoljava. Pravo kaže Van Bebber: „Srednje su vriednosti nalik na nieme kipove, u kojih nema svježega daha životnoga; one nam pokazuju neke idealne odnošaje u atmosferi, koji se ili riedko ili nikada ne javljaju, one sasma izbrišu neprekidni prielaz jednih pojava u druge, a to je baš najzanimljiviji i najvažniji dio u izpitivanju ovoga predmeta.“

Prividno nepravilno, gotovo mušičavo mienjanje vremena, izvanredna raznolikost u tim promjenama, uzroci te silne raznolikosti, koji potječu od utjecaja raznih meteorologičkih faktora na pojave vremena, i napokon sveza izmedju pojedinih pojava vremena i obćenitih velikih procesa u uzdušnom oceanu: to su baš pitanja, koja nas u meteorologiji najživlje zanimaju i baš izazivlju, da ih izpitujemo.

Trebalo je dakle uhvatiti jasnu sliku pojedinih pojava vremena, n. pr. težke oluje, kako se u isti čas javi na širokom prostoru zemaljske površine, trebalo je tu sliku porediti s pojavima neposredno prije nje, i poslije nje, pak smo onda tek dobili podpunu sliku o njezinu postanku, razvitku i svršetku, iz koje ćemo moći dalje zaključivati o zakonima i uzrocima njezinim.

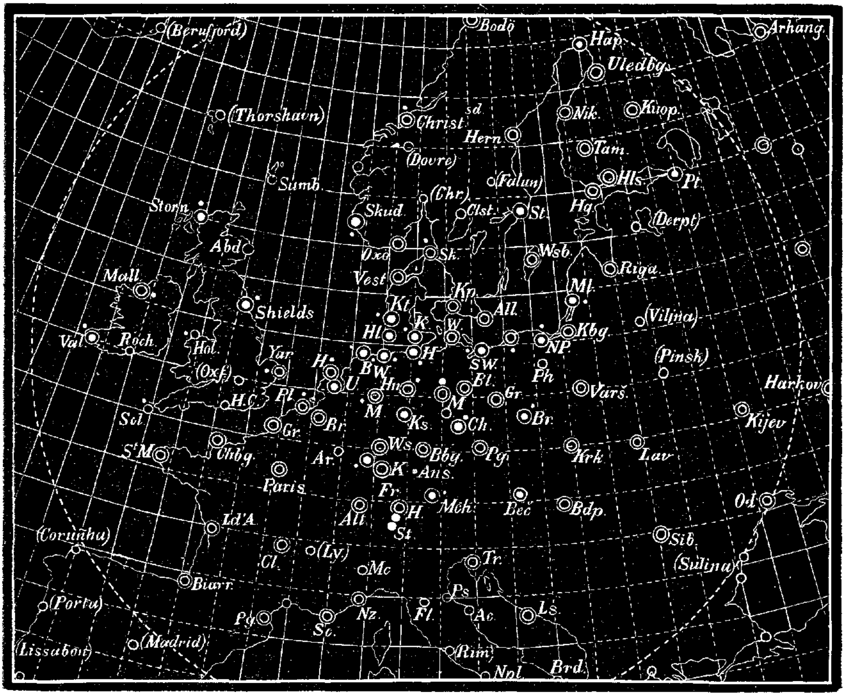
Prema tomu postupa moderna meteorologija sasvim drugačije u izpitivanju vremena i njegovih promjena, nego kod izpitivanja klimatičkoga karaktera kojega mjesta ili Zemlje. Tu noviju metodu izložit ćemo na jednom primjeru našim čitateljima. Neka ne žale truda proučiti ju, kako treba. Dovest će ih na pravo polje moderne meteorologije i otvoriti im put do samostalne spoznaje i ocjene vremena i zakona, po kojima se odredjuje!

2.

Na geografičkoj karti Evrope i jednoga diela Atlantskoga oceana, poput priložene sl. 99., zabilježe se pojavi vremena, kako se u odredjenom času n. pr. 8^h u jutro kojega dana pokazaše na čitavom velikom teritoriju Evrope. Jednoličnosti radi odabrani su za to posebni medjunarodni znaci. Tim smo dobili jasnu i preglednu sliku za vrieme po Evropi za onaj čas. Načinimo li sada preko dana još više takovih karata, nastavimo li taj posao i sliedećih dana, prepoznat ćemo na tim kartama jednim pogledom, gdje se je i kako se je za tih dana mienjalo vrieme. Ovakove se karte zovu u meteorologiji sinoptične karte vremena, a način po njima učiti promjene vremena: sinoptična metoda. Da uzmognemo sastaviti ovakovu sinoptičnu kartu, treba da su izpunjena dva uvjeta: 1) širom čitave Evrope mora da je razasuta dosta gusta mreža meteorologičkih postaja, na kojima se pouzdanim instrumentima mjere redovito svi meteorologički elementi, koji utječu na vrieme, a ti su: *a*) tlak uzduha, *b*) temperatura uzduha, *c*) vlaga uzduha, *d*) smjer vjetra, *e*) jakost vjetra, *f*) gibanje oblaka i *g*) oborine; 2) sve postaje treba da odmah pošalju najbržim načinom opažene elemente na odredjeno centralno mjesto, gdje se svi ti podatci skupljaju i unašaju u kartu. — Jedno je od najvećih takovih mjesta na evropskom kontinentu zavod „Deutsche Seewarte“ u Hamburgu, koji od 100 meteorologičkih postaja, razasutih od zapadne Irske do Arhangelska i Harkova, od Bodö-a u antarktičnoj Norvežkoj do južnoga kraja Italije, svaki dan prima brzojavne depeše o vremenu, jedan do tri puta. U priloženoj su karti (sl. 99.) ta mjesta zabilježena. U našoj je monarkiji takovo centralno mjesto Bečki centralni zavod za meteorologiju i zemaljski magnetizam, koji takodjer dobiva viesti vremena iz gotovo ciele Evrope i svaki dan izdaje po jednu sinoptičnu kartu.

Prema tomu je jasno, da je morao električni brzojav stupiti u službu naše nauke, jer on je jedini viestnik naš, koji leti brže od najžešće oluje. Pa oluja je jedna i bila povod, da je u Evropi stavljen i primljen priedlog, da bi brzojav ušao u službu meteorologije (izpor. str. 15.).

Zemaljsku kuglu oklapa razmjerno dosta tanka vrsta uzduha (visina mu je 70 do 80 km. prama 6378 km. zemaljskoga polumjera), komu je karakteristično svojstvo, da mu se čestice izvan-



Sl. 99. Ključ za kartu vremena Evrope.

redno lako pomiču na sve strane. Kao što svaka materija na Zemlji, tako ima i svaka čestica uzduha svoju absolutnu težinu, pa zato tlači na svoju podlogu, a ta je površina Zemlje (tlo ili voda). Što je više čestica uzduha u osovnom smjeru nad kojom točkom zemaljske površine naslagano, to je naravno i veći tlak uzduha na toj točki. Kolik je dakle tlak naše atmosfere n. pr. na svaki cm.^{2} zemaljske površine? Odgovor bi na to pitanje bio posve jednostavan račun, kad bismo smjeli uzeti, da je uzduh od Zemlje pa do gornje svoje

granice tako gust, kao što je na Zemlji, i da u njem nema nikakova gibanja. Učinimo taj račun na časak! Na svakom cm^2 zemaljske površine stoji očito stupac uzduha, komu je osnovka 1 cm^2 a visina — uzmimo — 70 km. U tom je dakle stupcu u svem 7,000.000 cm^3 zraka. Tlak toga stupca na Zemlju jednak je njegovoj težini. Kolika je ta? Fizikalni nam pomnjivi pokusi rekoše: ako je težina 1 cm^3 vode jednaka 1 gr., tada je težina 1 cm^3 uzduha (na površini zemaljskoj) = 0·00129 gr. ili $\frac{1}{775}$ gr. Prema tomu bio bi cio naš stupac uzduha težak od prilike 9 kg. t. j. tlak bi uzduha na svaki cm^2 (kraj mora) bio 9 kg. No predpostavci nam naši ne vriede! Niti znamo za cielo, da nam je atmosfera (računajući od površine morske) visoka baš 70 km., niti je uzduh svagdje jednako gust, niti je on uviek na miru. S tih razloga nije računu našemu ovdje mjesta, nego je fizik morao upitati pokus, neka mu on nesumnjivo odgovori, kolik je zaista tlak zraka na 1 cm^2. Prvi je na to pitanje odgovorio Toricelli g. 1644. svojim pokusom, koji i danas nosi njegovo ime. Našao je, da je gore iztaknuti stupac uzduha od prilike samo 1 kg. težak, dakle jedva $^1/_9$ od broja, što ga mi izračunasmo! Toricelli je naime pokusom pokazao, da tlak uzduha drži stup žive, koji je visok od prilike 76 cm., a taki stup žive nije mnogo teži od 1 kg., ako mu je osnovka = 1 cm^2. Prema tomu možemo i reći: tlak je našega uzduha (na površini morskoj) jednak težini stupca žive, koji je visok 76 cm. (izpor. str. 113.).

Da ne bude utjecanja sunčanih zraka i vlage u zraku, taj bi tlak uzduha uviek na istom mjestu bio jednak: stupac žive niti bi postajao viši od 76 cm., niti niži. No zemlja se vrti oko osovine, na lako gibljive čestice uzdušnoga oceana utječu silno sunčane zrake, a posljedica je tomu, da naš uzdušni ocean ne može nikada da bude u ravnotežju: u njemu se mora javljati kojekakovo strujanje uzduha. Uzduh prelazi s jednoga mjesta na drugo, a to gibanje zovemo vjetrom; on je to jači, što se je više poremetilo ravnotežje uzduha; budne li toliko jak, da čini štete, zovemo ga vihrom ili burom.

Lako nam je sada razumjeti, da nad istim mjestom ne će biti uviek ista masa uzduha, a prema tomu ne će ni tlak uzduha na tom mjestu biti uviek isti: pokazivat će to barometar tim, što će stupac žive u njem biti gdjekada viši, a drugda niži od 76 cm. Barometar, kako znamo, taj pojav doista i pokazuje: on se gotovo neprestano diže i pada.

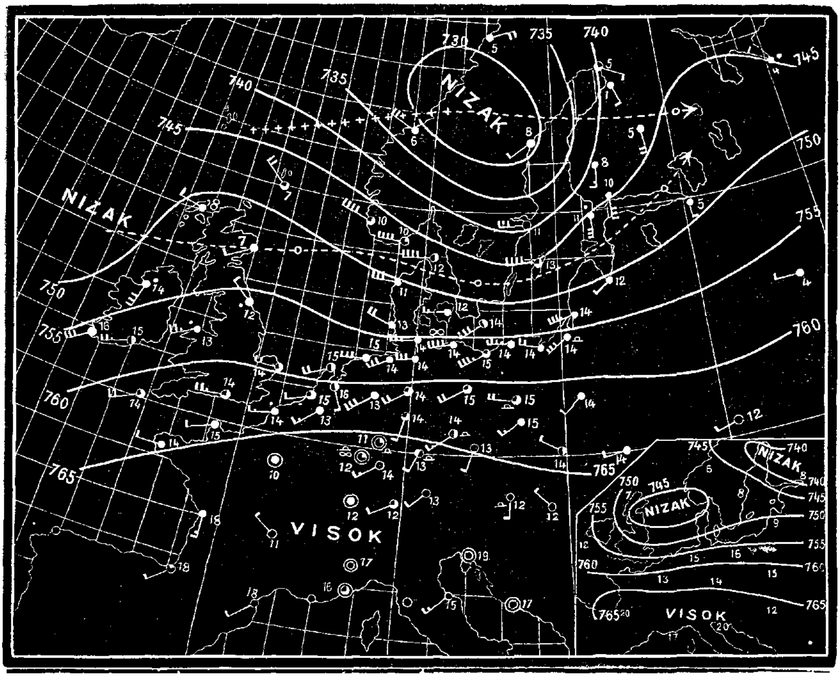
No sve da nema u atmosferi gibanja, ni onda tlak uzduha na istom mjestu ne bi bio jednak: penjući se u vis — n. pr. balonom

— našli smo, da barometar neprestano pada (izpor. str. 122.). Razlog je jasan: čim se više penjemo, tim je manji stup uzduha, koji tlači. Ako se ne penjemo previsoko, možemo od prilike reći, da barometar za svakih 100 m., što se popnemo, pada za 1 cm. Ako je dakle u odredjenom času n. pr. 8^h u jutro stupac žive u mjestu visoku nad morem 150 m. izmjeren sa 75.5 cm. ili 755 mm., možemo izračunati, koliki bi bio u istom času stupac, da je mjesto u istoj ravnini s površinom morskom; bio bi u našem primjeru — od prilike — 770 mm. Obratno: diže li se kraj mjesta brieg visok 350 m., možemo reći, da bi na vrhu mu barometar pokazivao stupac niži za 3·5 cm. Prema tomu bio bi stupac žive ondje visok samo 720 mm. Odtuda je i došlo, da možemo barometar upotriebiti i kao instrumenat za mjerenje visine bregova. Na drugom je mjestu u ovoj knjizi bilo o tom više govora; tamo je i tablica, koja pomaže to mjerenje visine bregova (izporedi o tom str. 123.).

Meteorologijske postaje razasute po Evropi zaista su u vrlo različitoj visini nad morem. Prema tomu će u istom času morati pokazivati njihovi barometri i različit tlak uzduha, sve da je čitava atmosfera nad Evropom mirna. Želimo li za proučavanje vremena porediti tlak uzduha na različnim mjestima, prvi će biti posao, da preračunamo sve zabilježene tlakove tako, kao da su sva mjesta u istoj visini, a ta je obično morska površina. Zovu meteorolozi taj posao: barometar r e d u c i r a t i n a m o r s k i n i v e a u. Ni temperatura uzduha nije u tom času u svim mjestima Evrope jednaka, a i to utječe na visinu živina stupca. S toga se za izporedjivanje moraju svi izmjereni stupci još svesti na istu temperaturu, a to se opet zove barometar reducirati na ništicu (stupnja topline) (izpor. str. 121.). Obavimo taj posao za veliki broj meteoroložkih postaja po Evropi, ali za jedan te isti čas n. pr. 8^h u jutro kojega dana, i ubilježimo tako proračunane tlakove uzduha u geografsku kartu poput pomenute (sl. 99.). Spojimo li sva mjesta po Evropi, koja pokazuju sada isti tlak uzduha, crtama, koje se zovu i s o b a r e, dobit ćemo jednim mahom liep priegled o tom, kaki je onaj čas bio u Evropi tlak uzduha. Pogledajmo samo pobliže priloženu kartu (sl. 100.), koja vriedi za dan 30. rujna god. 1890. 8^h u jutro, pak ćemo na njoj odmah naći potvrdjenu jednu od fundamentalnih istina moderne meteorologije! Idući od sjevera k jugu naći ćemo najprije u sjevernoj strani Skandinavije eliptičnu crtu, što sastavlja sva mjesta, gdje je onaj čas tlak uzduha bio samo 730 mm. Dalje k jugu vidimo isobare sa 735, 740, 750, 755 milim. Imajući

ključ k ovoj sinoptičnoj karti, a to je sl. 99., možemo točno nabrojiti mjesta, gdje je n. pr. bio tlak uzduha 755 mm. Južnom Englezkom, sjevernom Njemačkom prelazi u srce Rusije isobara od 760 mm. (deblje izvučena). Izpod nje teče još isobara od 765 mm., a u Alpama od prilike vidimo mjesto, obilježeno riečju „visok", a to će reći, da je u onom kraju bio tlak zraka još veći nego 765 mm.

Sinoptična nam dakle karta posvema jasno pokazuje, da je onda tlak uzduha bio po Evropi vrlo, vrlo raznolik: južno od isobare



Sl. 100. Karta vremena od 30. rujna god. 1890. 8h u jutro.*

765 mm. tlak je uzduha još veći od 765 mm., a prama sjeveru dosta naglo pada do srednje Skandinavije. U kraju obtočenom isobarom 730 mm., koja se tiče postajâ Christiansund, Bodö i Hernösand, tlak je uzduha još manji nego 730 mm., ali je i manji nego igdje

---

* Dva koncentrična koluta znače tišinu, I___ = slab, II___ = priličan, III___ = jak, IIII___ = buran vjetar, IIIII_ = vihar, ○ vedro, ● posve oblačno, ◑ napolak oblačno, • kišu, + + + stazu, kojom je minimum prošao, — — — stazu, kojom će proći.

drugdje u cieloj okolini. To je mjesto na karti označeno riečju „nizak“ i zove se „barometrični minimum“ ili takodjer „barometrična depresija“ ili napokon s razlogâ, kojih ćemo se taknuti čas kasnije, takodjer „ciklon“ (vrtlog). Na našoj se karti sasvim na zapadu u Atlantskom oceanu pokazuje još jedan takov minimum, označen sa „nizak“.

Po južnoj pako Evropi tlak je uzduha svagdje visok i prilično pravilno porazdieljen: isobare se približuju pravcu. No ipak ima i ondje jedno mjesto, gdje je tlak uzduha veći, nego igdje u okolici. U Alpama je taj kraj ondje, gdje stoji rieč „visok“. To se mjesto, gdje je tlak uzduha veći, nego igdje u okolici zove „barometrički maksimum“ ili „anticiklon“ (protuvrtlog).

Takovih je karata u posljednjih trideset godina u Evropi, a i u Americi načinjeno puno tisuća, i sve nam potvrdjuju ovu prvu istinu moderne meteorologije: Tlak je uzduha po Evropi gotovo uviek vrlo raznolik, no nadje se uviek barometričkih minima i maksima.

Pokazalo se je nakon kratkoga izpitivanja po našoj sinoptičnoj metodi, da su ova barometrična minima i maksima upravo odlučna po promjene vremena po čitavoj Evropi. Red je sada, da te tvorbe u uzdušnom oceanu iz bližega ogledamo.

3.

U našoj sinoptičnoj karti od 30. rujna g. 1890. naći ćemo kod postaja još zabilježene osobite neke znakove. Oko će nam najprije zapeti o kratke strjelice, s jednim ili više pera na kraju. Kako nam malo prije opisane isobare dadoše u jedan mah jasnu sliku o razdiobi tlaka uzdušnoga po Evropi, tako nam ove strjelice daju jasnu sliku o vjetrovima, koji su onaj čas duvali po Evropi. Pravci lete s vjetrom k dotičnomu mjestu, a broj pera nam kazuje jakost vjetra po Beaufortovoj skali, u kojoj je tišina = o, a orkan = 12. Što znače pera, raztumačeno je pod crtom. Prema tomu naći ćemo n. pr. za Hamburg, da je duvao WSW sa jakošću 6, za Wisby W 8, za Bodö ENE 4, za Pariz tišinu, za Beč S 2, za Budimpeštu WNW 2 itd.

No pregledamo li u jedan mah cielu kartu, naći ćemo opet potvrdjenu i drugu nama jur poznatu činjenicu: Vjetrovi su po Evropi u stalnom odnošaju prema tlaku uzduha, jer eno gotovo

svagdje teku istosmjerno sa isobarama, samo u kraju „maksima“ naginju se više ili manje prema smjeru isobara. Iz ove pako činjenice čitamo ovo preznamenito pravilo: Okrenemo li vjetru ledja, ili, što je svejedno, idemo li s vjetrom, možemo odmah odrediti, gdje je barometrični minimum, a gdje maksimum: minimum nam je na lievu ruku, ujedno nešto napried, a maksimum na desnu ruku, ujedno nešto natrag. Ovo pravilo vriedi svagdje, gdje nisu lokalne zapreke (kao gore i doline) uzduh prisilile, da teče drugačije. Ovaj se zakon zove u meteorologiji „Buys-Ballotov zakon“, jer ga je g. 1854. izrekao prvi Buys-Ballot, ravnatelj holandezkoga meteorologičkoga instituta, jedan od utemeljitelja moderne meteorologije po sinoptičkoj metodi (umro dne 8. veljače god. 1890. u Utrechtu od influence).

Znajući činjenicu, da ima u Evropi mjestâ, gdje je tlak uzduha manji, nego igdje drugdje, i mjestâ, gdje je veći nego igdje drugdje, nije težko shvatiti, zašto vjetar postaje i zašto mu se ravna smjer po iztaknutom Buys-Ballotovu zakonu. Da je tlak uzduha n. pr. po čitavoj Evropi jednak bio (u istom sloju), uzduh se na tom prostoru ne bi gibao — bila bi tišina. No čim je na tom prostoru jedna točka, gdje je tlak uzduha manji, nego na drugoj, nuždna je posljedica, da uzduh s točke višega tlaka ravno teče k točki manjega tlaka, dok se tlaci ne izjednače: postao je na površini zemaljskoj vjetar.

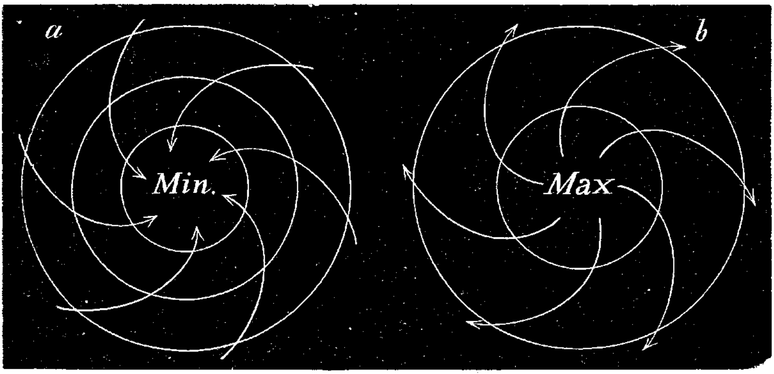
Da se Zemlja ne vrti oko osovine, i da nema uztrajnosti materije, uzduh bi sa svih strana morao teći u pravcima ravno k središtu barometričnoga minima.

No vrtnja Zemlje s jedne, a uztrajnost materije, koja se giba, s druge strane, čine, da se na sjevernoj polutci vjetar nešto odklanja na desno, pa ne teče ravno k središtu minima, nego mu se primiče u krivulji, kako pokazuje priložena slika 101. Krugovi nam ondje pokazuju isobare, koje obkoljuju minimum, a strjelice pokazuju spirale, po kojima uzduh teče k središtu minima. Prema tomu je sada svakomu jasno, kako mora da puše oko barometričkog minima: Na južnoj strani minima mora da puše vjetar iz SW do W; na zapadnoj iz NW do N; na sjevernoj iz NE do E, a na iztočnoj iz S do SE. Bacimo oko na našu sinoptičnu kartu, pak ćemo naći potvrdjen ovaj zaključak. Eno u južnoj Skandinaviji i okolici puše SW do NW; u sjevernoj E, NE, N; u Finlandu pako S, SE.

Pošto uzduh u barometrični minimum utječe sa svih strana po spirali, opravdano je ime vrtlog ili ciklon.

Kao što uzduh sa svih strana utječe u minimum, isto tako mora da iz maksima na sve strane iztječe, odklanjajući se zbog vrtnje zemaljske na desno, kako pokazuje desna slika 101. Svatko će lako moći i sam odrediti, kako mora da puše vjetar okolo maksima. Uzduh od maksima na sve strane otječe u spiralama protivnoga smjera, odatle maksimu ime protuvrtlog ili anticiklon. Do istih smo zakona došli, izporedjujući srednje tlakove uzduha i srednje smjerove vjetrova na našim kartama IV. i V. na strani 131.

Proučimo našu sinoptičnu kartu od 30. rujna g. 1890. s obzirom na jakost vjetra po Evropi! Razlike su vrlo omašne. U kraju, gdje leži bar. maksimum, vjetrovi su poprieko izvanredno slabi, na mnogim je mjestima tišina. Idući prama minimu postaju vjetrovi sve



Sl. 101. Cirkulacija uzduha oko barometričkoga minima i maksima.

življi, na obalama njemačkim puše eno već oštar SW, a u južnoj je Skandinaviji narastao W do vihra. U neposrednoj su blizini minima vjetrovi opet slabiji. Poredimo li ove činjenice s razdiobom tlaka uzdušnoga, potvrdjujemo drugu prevažnu istinu Buys-Ballotova zakona: Vjetar je to jači, što su gušće isobare, a to slabiji, što se isobare jače razmiču. A tako i mora da bude, veli razum. Jer što brže pada tlak uzduha prama minimu, to će biti gušće isobare, no što jače i brže pada tlak uzduhu, to će on žešće i teći k minimu, to će jači biti vjetar.

Upitajmo se sada dalje, što nam sinoptična karta pripovieda o vedrini neba i o temperaturi uzduha. Kudgod gledamo u kraju maksima, vidimo tiho, vedro i suho vrieme; što bliže idemo k minimu, nebo je sve više oblačno, a zrak nemirniji; na njemačkoj je

obali već svagdje mutno vrieme, i opažanja pokazaše, da je onoga dana gotovo na svim postajama onoga kraja padala kiša. Dalje na sjever u južnoj Skandinaviji nebo je opet čišće, no na iztočnoj strani minima u Finlandu opet je mutno i kišovito. I na iztočnoj strani onoga drugoga minima na skrajnjem zapadu vrieme je mutno i kišovito. Iz svih se ovih podataka opet izvija nova istina: U okolici je barometričkoga minima vrieme poprieko mutno, vjetrovito i kišovito, osobito na prednjoj (iztočnoj) strani njegovoj; u okolici maksima pako vrieme je vedro, tiho i suho. Bacimo još oko na temperaturu po Evropi! U karti su brojevima označene kod svakoga mjesta temperature u cielim stupnjima po Celsiju. Po zapadnoj je Evropi temperatura prilično jednolika, ali poprieko viša od normalne; u južnoj je Evropi preko 15° C., u srednjoj izmedju 10—15° C., a tek daleko na sjeveru naći ćemo temperaturu do 5° C. i manje. No preko dana pokazale su bilježke, da se je temperatura znatno mienjala u području maksima, gdje je bila silno poskočila, dok je oko depresije ostala najednaka. Razlogu se je lako dosjetiti. Vedro nebo u kraju maksima dalo je sunčanim zrakama da znatno ugriju uzduh, dok im oblaci oko minima ne dadoše pristupa. Prema tomu imat ćemo u području maksima ljeti očekivati silnu vrućinu, a zimi oštru studen uz tišinu i nizke magle.

Iz ovih nam se je crtica izvila po malo slika o tom, kako utječu barometrički minimum i maksimum na vrieme u svojoj okolici, a kad bismo znali, da ostaje svaki na svom mjestu, imali bismo podpun ključ za prognozu (pogadjanje) vremena. No studij onih pojava pokazao je novu zamašnu istinu, kojoj nam se je sada primaknuti, hoćemo li, da uhvatimo bar u velikim crtama podpunu sliku o pojavima u uzduhu.

4.

Svrnimo se okom još jednoć na našu kartu vremena (sl. 100.), da na njoj odkrijemo i ovu važnu istinu!

Dne 30. rujna g. 1890. u 8^h u jutro vidimo nad Evropom dva barometrička minima: jedan sasvim na lievoj strani karte zapadno od Irske negdje u Atlantskom oceanu, a drugi, jasno izraženi, u sredini Skandinavije. Izporedimo s ovom kartom onu od sliedećega dana, koja je u manjem mjerilu dolje desno dodana glavnoj karti, a vriedi za 1. listopad 8^h u jutro!

Prvi minimum, koji je prije 24^h bio na zapadu od Irske, sada je već nad Sjevernim morem i u njegovu je središtu tlak uzduha manji od 745 mm.; drugi, koji je prije 24^h bio usred Skandinavije, sada je već prešao Botnički zaliv i eno ga u Finskoj s tlakom uzduha manjim od 740 mm. u središtu. Da su nam pri ruci karte od 29. rujna i 2. listopada, uvjerili bismo se, da je ovaj minimum dne 29. rujna bio daleko u Atlantskom oceanu, negdje izmedju Islanda i Faröera, a dne 1. i 2. listopada gibao se dalje u Rusiju tamo do jezera Ladoge. Staza je njegovoga središta za ova 4 dana na našoj karti zabilježena crtom, sastavljenom od križića i kratkih pružaca; prvi pokazuju put, što ga je minimum već prevalio dne 29. i 30. rujna, a drugi put, što će ga prevaliti dne 1. i 2. listopada.

Nije ovo jedini primjer, gdje se iztiče ovakovo selenje barometričkoga minima od jednoga mjesta na drugo. Ono se je u hiljadu i hiljadu slučajeva potvrdilo. Evo još jednoga primjera. Dne 6. veljače god. 1868. javio se jedan barometrički minimum oko 6^h na večer daleko u Atlantskom oceanu južno od Islanda. Dne 7. veljače u jutro bilo mu je središte tik kraj Faröerskih otoka, prošao je do podne kraj njih i na večer toga dana bio je već kod rta Stat. Dne 8. u jutro bio je na Skandinavskom poluotoku nešto iztočno od Frondhjema, a na večer već na iztočnoj obali Skandinavije nešto na jugu od Piteje. Dne 9. veljače u jutro nalazimo ga već na kopnu baš u sredini izmedju Botničkoga zaliva i Bieloga mora, a dne 10. u jutro na južnom kraju Bieloga mora.

Pogledamo li na karti put, što ga je minimum prevalio, naći ćemo ovu zanimljivu tablicu:

Vrieme:	Put u stupnjevima.	Put u km. na 1 sat.	Brzina u m. za sekundu.
od 6. veljače na večer do 7. veljače u jutro	6·8°	63 km.	17·5 m.
„ 7. „ u jutro „ 7. „ na večer	6·3°	59 „	16·4 „
„ 7. „ na večer „ 8. „ u jutro	2·7°	34 „	9·5 „
„ 8. „ u jutro „ 8. „ na večer	3·6°	33 „	9·2 „
„ 8. „ na večer „ 9. „ u jutro	3·4°	32 „	8·9 „
„ 9. „ u jutro „ 10. „ u jutro	3·5°	16 „	4·4 „

Ovi nam primjeri dakle odkrivaju novu, za spoznaju vremena u Evropi prevažnu istinu: Barometrička se minima (cikloni) gibaju redovito preko Evrope dosta velikom brzinom.

Ta je brzina medjutim vrlo različita. Dočim se gdjekada minimum za 2—3 dana jedva pomakne s mjesta, leti drugda preko Evrope brzinom najsilnijega vihra. U godinama 1876.—1880. pokazalo se je, da je srednja brzina, kojom su minima išla preko zapadne Evrope, bila 7·5 metara za sekundu, a to je od prilike i brzina srednje jakosti vjetra.

Američki su vrtlozi mnogo brži: za 24^h proleti tamo ciklon poprieko 100 miriametara, na Atlantiku pako samo 78 miriametara, dočim bi gornja brzina za Evropu dala broj od 64 miriametra na dan. Vrtlozi u uzdušnom oceanu pokazuju dakle čudno i zanimljivo svojstvo, da na svom putu od zapada na iztok sve više gube brzinu. Osobito im se iztiče gubitak brzine, kad stupe s Atlantika na kontinent evropski.

I u različnim je krajevima Evrope brzina njihova poprieko različita: dok je na zapadu Velike Britanije, u južnoj Švedskoj, Finskoj i sjevero-zapadnoj Rusiji manja od iztaknute srednje brzine (7.4 m. za sekundu), znade u Italiji i okolici biti normalna, nasuprot u svim krajevima zapadne Evrope, osobito u Francezkoj, u Njemačkoj i Austro-Ugarskoj neobično velika.

Znademo od prije, da barometrički minimum daje vremenu u svojoj okolici osobiti karakter; saznali smo sada za novu istinu, da se takov minimum seli dosta brzo s jednoga mjesta na drugo, a s njim dakako i vrieme, komu daje karakter. Na dlanu je dakle pitanje: kako će se mienjati na kojem mjestu vrieme, kad mu se sa zapada primiče ciklon, kakovo će biti vrieme, kad prolazi preko mjesta i kako će se to vrieme napokon mienjati, kad je vrtlog prošao?

Velika je važnost ovoga pitanja posvema jasna: znajući na nj odgovoriti: moći ćemo u velikim crtama za Evropu pogadjati vrieme, čim po brzojavu saznamo, da nam se primiče kakov barometrički minimum (ciklon).

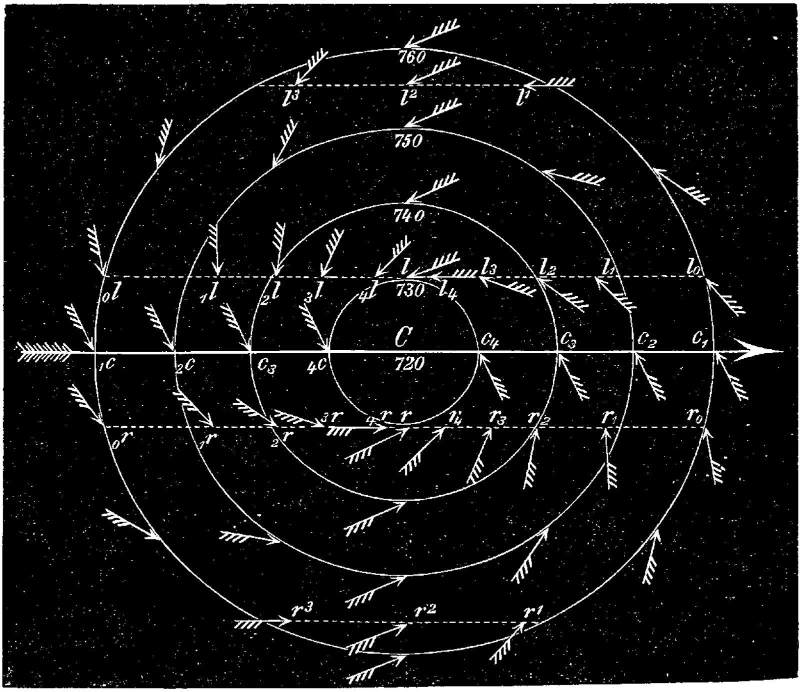
Neobična važnost ovoga pitanja za pogadjanje vremena ište, da lučimo 3 slučaja: 1. središte barometričkoga minima prelazi baš preko mjesta; 2. središte minima prolazi sjeverno iznad mjesta, i 3. središte minima prolazi južno od mjesta.

Na temelju do sada stečenoga znanja o utjecaju minimâ na vjetar i vrieme u obće možemo u sva tri slučaja točno odgovoriti na naše pitanje uz pomoć priložene slike (sl. 102.).

U toj slici predpostavljamo, da je središte vrtloga u točki C, pa da je ondje tlak uzduha najmanji t. j. 720 mm. Naokolo raste

tlak uzduha. U svim mjestima, koja su na obodu prvoga kruga, tlak je uzduha već 730 mm., na drugom 740 mm. itd. Mi sebi ove isobare predočujemo kao krugove: u istinu nisu gotovo nikada krugovi, nego eliptične krivulje. Predpostavljamo dalje, da se ovaj vrtlog giba od zapada k iztoku, kako pokazuje velika strjelica. Male strjelice pokazuju nama već poznati smjer vjetrova u vrtlogu.

1. Mjesto C_1 neka bude baš na stazi, kojom se giba središte vrtloga. U času, kad ga vrtlog kod C_1 zahvati, puše u tom mjestu, kako



Sl. 102. Prolaz barometričkoga minima preko kojega mjesta.

nam kazuje mala strjelica, SSE. Kako vrtlog sve dalje leti, ulazi mjesto C_1 sve dublje u vrtlog, pak se sve više približava središtu vrtloga, dolazeći redom u položaje C_2 C_3 C_4; no vjetar sveudilj puše od SSE (jugo-jugo-iztok).

No čim je središte vrtloga C prešlo preko mjesta, te mjesto primilo položaj $_4C$ spram vrtloga, mienja vjetar najednom svoj smjer u protivni: on puše, kako eno pokazuju strjelice, od NNW (sjevero-sjevero-zapada), dakle baš s protivne strane. Kako se vrtlog

dalje giba, prima mjesto spram njega položaje $_3C$, $_2C$, $_1C$, no vjetar sveudilj puše iz NNW, dok ga napokon vrtlog nije sasvim ostavio.

U kratko nam evo zakona: Ako barometrički minimum (vrtlog) prelazi preko mjesta, koje je baš na stazi njegova središta, puše vjetar prije nego dodje u središte od iste strane, no preskoči, kad prodje središte najednom u protivni smjer i puše s te strane, dok mjesto nije sasma izišlo iz vrtloga.

2. Središte vrtloga neka prolazi sjeverno od mjesta n. pr. kod r_0 ulazi mjesto u vrtlog. Što će se pri prolazu vrtloga zbivati, pokazuje opet sasma jasno naša slika. Pri ulazu r_0 u vrtlog vjetar je još nešto okrenut k SSO; no kad je mjesto ušlo u vrtlog do r_1, već puše vjetar s juga, i kako mjesto sve dublje ulazi u vrtlog, okreće se i smjer vjetra s početka sporije, a kasnije sve brže k zapadu: u položaju n. pr. r_3 smjer je vjetra već SSW, a u položaju r_4 već SW; kod r puše vjetar WSW, kod $_4r$ već je vjetar čisti W; u položaju $_3r$ WNW, u položaju $_1r$ čisti NW, a u položaju napokon $_0r$, kada vrtlog ode od mjesta, vjetar se je još nešto više okrenuo na N. Vjetar se je dakle pri prolazu vrtloga na tom mjestu okretao od SW preko S, SW i W u NW.

Bude li mjesto još više na jug od središta vrtloga, tako da preko njega priedje tek donji rub našega vrtloga — n. pr. mjesto r^1 u našoj slici — mienjat će i tu vjetar svoj smjer, dok prolazi vrtlog: najprije će puhati, kako pokazuju strjelice, iz SW, kasnije u položaju r^2 iz WSW i napokon u položaju r^3 iz W. I tu se je vjetar okretao na istu stranu, kao i prije kod mjesta r_0, ali ni s daleka se nije toliko okrenuo kao prije: U mjestu r_0 prošao je od S preko W do NW, u mjestu r^0 pako samo od SW do W. Prema tomu možemo opet reći ovaj zakon: Prolazi li središte minima (vrtloga) sjeverno od kojega mjesta, okretat će se smjer vjetra za vrieme prolaženja od SSE preko S prema SW, W i NW, dakle kao Sunce na svom dnevnom putu po nebu. Ovo će okretanje vjetra biti to obilnije, što je mjesto bliže središtu vrtloga.

3. Neka napokon središte vrtloga prolazi južno od dotičnoga mjesta — u našoj slici mjesta l_0 i l^1. — Kad ulazi u vrtlog — puše eno vjetar od SE. Kako vrtlog dalje ide, okreće se vjetar, najprije polako, onda brže k iztoku. Kad je mjesto u položaju l_3 spram vrtloga, vjetar puše iz ESE, u položaju l_4 već je E, u položaju l on

je ENE, u položaju $_4l$ eno već puše NE, u položaju $_3l$ već je NNE, u $_1l$ već čisti N, a u položaju $_0l$, gdje vrtlog odlazi od mjesta, vjetar se već od sjevera okrenuo nešto na zapad. Vjetar se je dakle okretao od SE preko E i NE na N t. j. protivno od dnevnoga puta sunčanoga po nebu. Udje li mjesto gotovo na rubu u vrtlog, kao n. pr. kod l^1 u našoj slici, bit će vjetar najprije E, onda ENE i napokon NE; i tu se dakle vjetar okreće u istom smjeru kao prije, samo vrtnja nije tako obilna.

Evo nam dakle i za ovaj slučaj zakona:

Prolazi li središte minima (vrtloga) južno od kojega mjesta, okretat će se smjer vjetra, dok prolazi minimum, od SE preko E i NE na N, dakle protivno suncu na dnevnom njegovom putu po nebu. To će okretanje vjetra biti to obilnije, što je mjesto bliže središtu vrtloga.

Znajući, kako se mienja smjer vjetra, dok prolazi minimum kraj kojega mjesta, nije težko odrediti promjene za ostale faktore vremena; vjetrovi su naime u našim krajevima baš odlučni za vrieme. Dolaze li k nama s južnih strana i Atlantskoga oceana, bit će topli i puni vlage, donose nam dakle zimi toplije vrieme, a ljeti nam ohlade žegu; bude li im pako podrietlo na sjevernim stranama, kao n. pr. kod NW, ohlade nam uzduh i donose vlagu i promjenljivo vrieme; vjetrovi napokon s iztoka većinom su suhi, jer ne dolaze s oceana, ljeti su vrući, a zimi studeni.

Pokušajmo si na temelju ovoga stvoriti cjelokupnu sliku o promjenama vremena, kad nam se primiče i kraj nas prodje barometrički minimum (vrtlog).

Neka središte minima prolazi sjeverno od nas. — Čim nam se depresija primiče, opažamo najprije, kako se vjetar okreće od SE prema S, postajući sve življi i okrećući se sve više na SW, a barometar stane padati, jer mjesto dolazi sve bliže k središtu minima, gdje je tlak uzduha najmanji. Jugo-zapadni vjetar donosi vlagu, zato se na zapadnom nebu najprije pojave dugačke pružene crte oblačića ili pako prozirni poput vela mali oblačići poznate nam ovčice ili cirrus; polako se na nebu primiču našemu zenitu, — prvi znaci ružnoga vremena, koje je na zapadu Evrope već preotelo mah. Malo po malo cielo nebo zaodjene nešto gušća vrsta oblaka poput saga, a pod tom se vrstom tek sada javljaju sa zapada crne kišovite oblačine, valjajući se sve bliže k nama: na velikom teritoriju stane kiša, doduše polako, ali to trajnije padati.

(Landregen). Ove kiše padaju sve dotle, dok nije središte minima prošlo kraj mjesta. Scenerija se u jedan mah promieni: kad je središte minima bilo kraj mjesta, barometar je bio najniži, od časa, kad je središte minima prošlo, barometar raste, jer sve više isobare (po sl. 102.) prolaze kraj mjesta. Vjetar se okreće dalje na zapad i sjeverozapad; oborine su sada najžešće i najveće, ali najednom prestanu, osobito kad vjetar naglo preskoči na sjevero-zapad i oštrije zaduše. Nastupilo je sasvim drugačije vrieme: modro se nebo izmjenjuje s težkim nagomilanim oblacima, iz kojih uz sve jači vjetar od sjevera znadu pasti doduše žestoke no kratke navale od kiše ili sniega. Barometar se još sveudilj diže, a temperatura radi sjevernih vjetrova znade gdjekada najednom duboko pasti.

Tlak uzduha raste sveudilj, dok se vrtlog nije prilično odmaknuo od mjesta: navale oštrih vjetrova postaju sve rjedje i slabije, barometar prestane rasti, a oborine jenjavaju i prestanu sasvim, modro nam se nebo opet smije, a stalno je, liepo vrieme iznova nastalo, koje će potrajati, dok sa zapada ne dojuri novi minimum, koji će liepomu našemu vremenu skrhati vrat i prijašnja će se tužna slika opet na novo razvijati!

Ovo je u glavnim crtama red, po kojemu se mienja vrieme u našim krajevima, kada preko nas prelazi barometrički minimum ili ciklon uzdušnoga oceana. Ova je slika u neku ruku rezultat izporedjivanja tolikih tisuća sinoptičkih karata, koje su sastavili stručnjaci u posljednjih trideset godina. Abercromby je te rezultate izporedjivanja liepo složio u ovih nekoliko točaka:

1. Kada izporedjujemo oblike isobara na sinoptičnim kartama, naći ćemo, da ima u svemu sedam dosta dobro izraženih oblika.

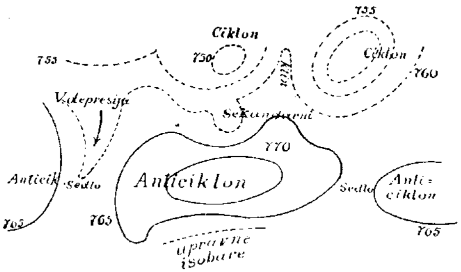
2. Makar kaki bio oblik tih isobara, smjer je vjetra uviek spram isobara i spram područja najbližega minima sasma točno odredjen.

3. Jakost je vjetra uviek tim veća, čim su isobare bliže jedna drugoj.

4. Vrieme visi uviek o obliku tih isobara, a ne o tom kako je daleko jedna od druge. Jedne isobare nose sobom liepo, a druge ružno vrieme.

5. Područja, što ih omedjuju isobare, mienjaju neprestano svoje mjesto, pa tim se izvode promjene vremena. Nu to je gibanje vezano na odredjene zakone. Kad bi ih poznavali točno, mogli bi pogadjati vrieme pouzdano.

U primjeru sinoptične karte od 30. rujna g. 1890., koji smo čas prije na drobno izpitali, našli smo potvrdjene i dvije temeljne istine moderne meteorologije, koje nam kazuju, u kakovu su odnošaju isobare spram vjetra, a po tom i spram svih drugih pojava. To su zakoni Buys-Ballot-ov i Stevensonov, koji govore o smjeru i i snagi vjetra. Ako daš meteorologu u ruke kartu svieta, na kojoj su za odredjeni dan i sat nacrtane samo isobare, on će na temelju ovih dvaju zakona veoma točno i istini veoma blizu s mjesta u toj karti zabilježiti, odkuda puše vjetar i kaka mu je snaga na cieloj kugli zemaljskoj. Poznaje li pako iz bližega spomenutih sedam oblika isobara i njihov odnošaj prema vremenu, koje se uz njih pokazuje, moći će za svako mjesto prilično točno odrediti i karakter vremena, koje je u onom času bilo na makar kojemu mjestu zemaljske kugle. Nije li to već dosta sjajan uspjeh sinoptične metode u ovo nekoliko godina njezina života?



Sl. 103. Sedam glavnih oblika isobara.

Koliko bi bilo zanimljivo, da povedemo prijaznoga čitatelja na tom polju nešto dublje u nauku, ne smijemo da toga ovdje uradimo, jer bi nam se tim crtica o vremenu u Evropi suviše izgubila u stručna razmatranja. U priloženoj slici 103. pokazujemo tek svih sedam glavnih oblika isobara. Slika nije izmišljena. Pokazuje, kaki je zaista bio tlak uzduha dne 27. veljače god. 1865. nad sjevernim atlantskim oceanom, Evropom i iztočnim dielom saveznih država američkih. Da se oko ne smete, izostavljene su crte obala i geografske crte za širinu i dužinu. Neka si pomisli čitatelj izpod donje strane slike ekvator, a iznad gornje polarni krug. Sve isobare za tlak uzduha veći od 760 milimetara izvučene su u slici, a isobare za tlakove manje od 760 milimetara izcrtane su, pa oko s mjesta vidi, gdje je tlak uzduha bio visok, a gdje nizak. U slici se dosta liepo ističe svih sedam oblika isobara. Bacimo oko na tu sliku! Na gornjoj strani vidimo dva područja, oba dosta nalik na krug, gdje je tlak najmanji, to su dva „ciklona“, nama od prije dobro poznate tvorbe. Oko njih se poredjale isobare dosta gusto. Izpod jednoga

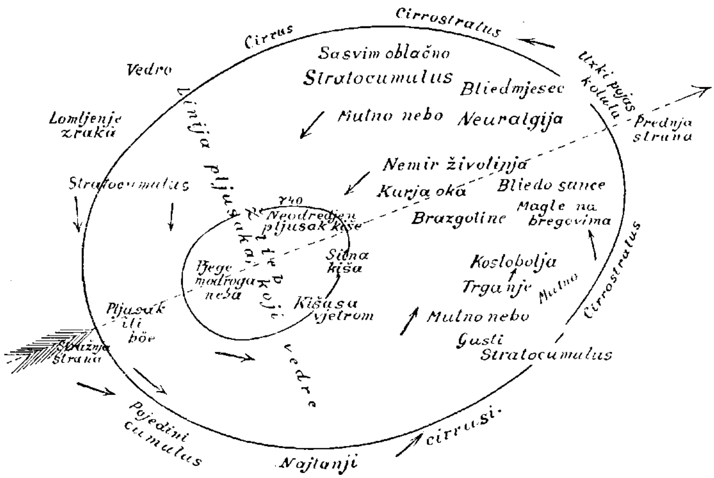
od njih (lievoga) čudno se na jednom mjestu izbočila isobara, koja sastavlja sva mjesta, na kojima je bio tlak uzduha 760 milimetara. Taj bok ograničuje opet mjesto, gdje je bio tlak uzduha manji nego u okolini, zato se to mjesto zove „sekundarni ciklon (sporedni ciklon) ili sekundarna depresija, jer se obično javlja o bok glavnomu ciklonu i s njim zajedno putuje. Još više na lievo se ista isobara od 760 milimetara savija čudno u koljeno, dosta nalik na slovo *V*. I na tom je prostoru tlak uzduha manji nego u okolici; zovu takovo mjesto u nauci „V-depresija“ ili kraće *V*. Izmedju obih ciklona napokon vidimo, kako se isobara od 760 milimetara savija najednoć gore kao u klin; nu unutar toga klina tlak je uzduha veći, nego u okolici. Taj se oblik isobare zove u nauci „klin“. Izpod isobare od 760 milimetara pružilo se područje s visokim tlakom uzduha, oko kojega teku isobare dosta razdaleko. To je područje nama od prije poznati „anticiklon“. Na lievo i na desno od glavnoga anticiklona vidimo u slici početke još dvaju anticiklona. Izmedju njih se vere područje s manjim tlakom uzduha baš kao klanac, koji prolazi izmedju vrhova dvaju bregova; zato se i zove „sedlo“. Na dolnjoj strani slike napokon vidimo, gdje teku isobare u pravcu, ne ograničuju dakle nikakovo područje, nego nam pokazuju polagano i jednolično padanje uzdušnoga tlaka, baš kao što se spušta po malo tlo niz dugačak níz brežuljaka.

Pokazalo se je, da svaki od nabrojenih sedam oblika na cieloj kugli zemaljskoj sobom nosi gotovo jednake pojave vremena, a kakove sobom nosi, to su izpitali najprije u sjevernom umjerenom pojasu. Ne možemo, da se upuštamo u potanje opisivanje vremena, što ga sobom nosi svaki od ovih sedam oblika, makar da je to za stručnjaka, koji će po njima pogadjati vrieme, prieko važna stvar. Našim ćemo čitateljima u prieglednoj slici tek pokazati pojave vremena u daleko najglavnijim oblicima isobara, a to su cikloni i anticikloni, kako su jamačno čitatelji i sami opazili po crtici s prieda. U našoj slici 104. zabilježeni su u kratko svi pojavi, koji se znadu pokazivati, kada preko kojega mjesta prolazi ciklon. Na slici vidimo i strjelicâ, koje pokazuju svagdje smjer vjetra spram ciklona. Isobare ciklona u našim krajevima nisu, kako i slika pokazuje, podpuni krugovi, nego su više nalik na elipsu. Sredina se unutrašnje isobare zove središte ciklona. Na unutrašnjoj isobari je tlak uzduha 740 milimetara, a na izvanjoj neka bude 765 milimetara.

Da je pako na unutrašnjoj isobari tlak uzduha mjesto 740 milimetara bio 755 milimetara, imali bi drugi ciklon, posvema nalik na

naš. Razlika bi između obih bila tek to, da u našoj pada tlak mnogo naglije t. j. da je gradient veći. Studij je ovakovih ciklona pokazao, da je u oba slučaja karakter vremena i smjer vjetra isti; jedina je razlika u tom, da su u prvom ciklonu, gdje je veći gradient, vjetrovi mnogo jači nego u drugom, a na mjesto jake kiše u prvom slučaju, pada u drugom slabija kiša. Možemo dakle reći, da je u oba slučaja doduše obćeni karakter vremena isti, nu u slučaju gušćih isobara oko središta ciklona vrieme je puno izrazitije, razlika je dakle samo u snagi vremena.

Jedna je od temeljnih istina nove meteorologije, da je izmedju ciklona, koji sobom nose obične promjene



Sl. 104. Vrieme u ciklonu.

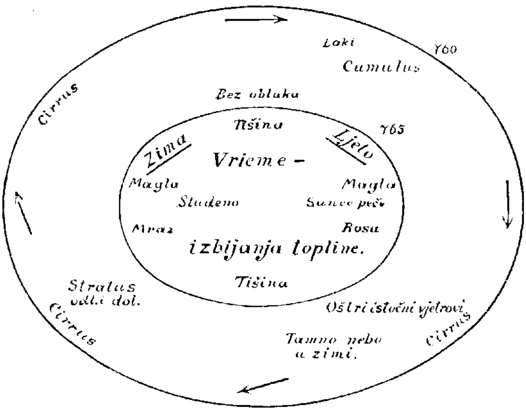
našega vremena, i ciklona, koji sobom nose strašne vihrove, razlika samo u snagi dotičnih pojava, a nema razlike u obćenom karakteru vremena.

Nu povratimo se opet našemu ciklonu. On ide dalje, kako pokazuje velika strjelica. Dio ciklona, koji je izpred njegovoga središta, zove se obično prednja strana ciklona, a prema tomu dio iza središta stražnja strana ciklona. Kako smo prije vidjeli, kad dolazi ciklon, barometar s početka pada, a kad prodje središte njegovo, opet raste. Crta na kojoj je tlak uzduha najniži, zove se „žlieb ciklona". Kakovo je vrieme i kakovi se pojavi pokazuju u pojedinim čestima ciklona, pokazuju čitatelju rieči zabilježene u našoj

slici. Na rubu ciklona, dakle prvi znaci dolazećega ciklona, jesu rieči: „uzki koluti oko Sunca, blied Mjesec i bliedo Sunce“. To znači: nebo se muti, a sav sviet zna, da su blied Mjesec, bliedo Sunce i koluti oko njega, zaista znaci ružnoga vremena. Sada znamo i uzrok tomu: dolazi ciklon. Podje li ciklon istim smjerom dalje preko mjesta, doći će naskoro i ona partija ciklona, koja nosi pljusak kiše, sitnu kišu i kišu s vjetrom. Tek kad dodje do našega mjesta stražnja strana ciklona, pojavit će se opet na nebu pjege modroga neba, pomiešane s kratkim pljuskom kiše (böe). Recimo, da ciklon stoji nedjelju dana na svom mjestu. Pozorni bi motritelj neba gledao nedjelju dana blied Mjesec i bliedo Sunce. Podje li ciklon dalje, doći će motritelj i pod mutno nebo. Nu ako se u tom času naš ciklon u uzdušnom oceanu razidje ili najednoć krene drugim smjerom, uzalud će motritelj čekati kišu: nebo će se razvedriti. Rekli bi u tom slučaju, da nas je znak vremena prevario. A zašto? Jer vrtlog nije išao svojim običnim redovitim putem, nego se je izgubio ili krenuo drugom stazom. Podje li pako svojim redovitim putem, naći ćemo svagda na prednjoj strani njegovoj u našoj slici zabilježene pojave: barometar pada, toplina i vlaga uzduha raste, uzduh je težak i nebo se muti; osjetljivi i boležljivi ljudi osjećaju jače svoje bolove. Dodje li napokon žlieb ciklona do nas, očituje se on redovno jakim nu kratkim i ponovnim pljuscima kiše uz jak vjetar. Nu prešavši u stražnju stranu ciklona, dobivamo po malo opet modroga neba, uzduh je hladniji, svježiji a na nebu se javljaju gomile oblaka (cumulus). U oblacima se osobito ističe razlika izmedju prednje i stražnje strane ciklona. Dok su na cieloj prednjoj strani oblaci svrstani u debele vrste (stratus), ovdje su redovno liepi cumulusi; cirrusa na stražnjoj strani nema nikada. Kad je i ova partija ciklona sa svojim pljuscima i kratkim žestokim vjetrovima nad nama prošla, pokaže se opet čisto, liepo, modro nebo, osobito na sjevernoj strani ciklona; na južnoj je takodjer nebo vedro, samo se na njem često pokazuju oni neraztumačeni najtanji cirrusi (izp. str. 175.).

Sasma je drugačiji karakter vremena u području, gdje se nalazi protuvrtlog ili anticiklon. Naša slika 105. taj karakter predočuje u priegledu. Isobare su redovno dosta nalik na krugove i dosta su razmaknute: gradient je malen i vjetrovi su slabi. Tlak je uzduha u sredini najveći i pada na sve strane. U sredini je tišina, a prama krajevima vjetar puše iz anticiklona na sve strane u spiralama. Nu dok se cikloni obično jako brzo sele s jednoga mjesta na drugo,

anticikloni ostaju često više dana na istom mjestu. Obćeni je karakter vremena u njima: Modro nebo, suh i hladan uzduh, Sunce peče, horizont je nejasan, a vjetrovi slabi — dakle baš protimba ciklonima. Poradi vedroga neba izbija jako toplina površine zemaljske u svemir, i mi nalazimo s toga u anticiklonu sve pojave, koji se vežu uz izbijanje topline, jako iztaknute, zato i ima u slici obćeno ime: vrieme izbijanja. To se vrieme u ljetu iztiče tim, da se u ranu zoru spuste magle u doline (osobito pod jesen). Čim se Sunce dostane snage, magla se diže i raztopi, nebo je čisto i vedro, a Sunce sja živo i peče. Kad zadje Sunce, izbija preko dana na tlu nakrcana toplina naglo u svemir uz tišinu i čisto nebo; u noći postaju u gudurama i tiesnim dolinama nove magle, a na travu se slegne rosa. S izbijanjem je topline u svezi i uzdušna struja u vis, a od ove postaju osobite vrste oblaci, kojima je glavni oblik cumulus, ali ti oblaci nisu trajni. Ovo vrieme izbijanja sobom nosi i jake dnevne promjene svih meteorološkib elemenata: vjetra, vlage, naoblake, temperature i tlaka uzdušnoga. Zimi se opet u području anticiklona zna razviti uz vedro nebo osobito jaka studen.



Sl. 105. Vrieme u anticiklonu.

Uz ciklone i anticiklone, koji odredjuju u velikim crtama karakter vremena na velikom teritoriju prema ovdje ocrtanim načelima, utječu na vrieme tek u drugom redu i samo na malenom teritoriju ostale vrste isobara. Kako utječu, to nije do nas, da izpitujemo dalje. Predaleko bi zašli u nauku, koja se baš sada razvija.

Bilo bi još liepo, kad bi uviek izmedju jedne depresije i druge prošlo nešto više vremena: no na žalost znade u Evropi juriti jedna depresija za drugom osobito u zimi, pa nikada kraja ružnomu vremenu, a gore opisana slika ovih promjena dosta se znatno izbriše.

Prolazi li minimum južno od nas (a to je u našim krajevima razmjerno vrlo riedko), promjene u vremenu nisu tako jasno iz-

ražene. Oblačići se prvi javljuju na jugo-zapadu, barometar stane padati, a sivi se jednolični oblaci vuku sve više preko neba na jugo-iztok. Vjetar se okreće sve više na sjever, ali se ne prave težki crni oblaci izpod sivoga plašta nebeskoga: kiša stoga ne pada obilno, a nije se ni razprostrla na velikom prostoru. Kad je središte minima prošlo kraj mjesta, prestane po malo kiša, nebo ostaje još neko vrieme pokrito sivim plaštem, pak se polako čisti, pri čem se barometar opet stane dizati, temperatura se malo po malo radi sjevernih vjetrova i vedroga neba polako spušta.

Na koncu još ova opazka. Riedko se kada zbivaju promjene vjetra kod prolaza minima onako čisto i pravilno, kako smo ih čas prije ocrtali. Baš protivno: u ponašanju depresijâ, što jure preko evropskoga kontinenta, toliko je modifikacija i pretvorbâ na njihovu putu, da ne možemo izmedju stotinâ depresijâ naći dvije, koje bi sasvim jednako tekle. Na rubovima minima znadu postajati drugotne tvorbe i depresije, koje mute onaj čisti razvitak pojava, koji smo mi ocrtali. Nije dakle čudo, da se ni pogadjanje vremena, osnovano na gibanju barometričkih minima, danas još ne može dičiti onom sigurnošću, koju bi čovjek mogao poželjeti u interesu svakidanjega života. Nauka će se dakle o pogadjanju vremena na ovom stalnom temelju, koji se ne će nikada dati oboriti, tek malo po malo razvijati i pred našim očima usavršiti. Danas se može poprieko reći, da se 80% od izrečenih prognoza podudara s faktičnim promjenama vremena.

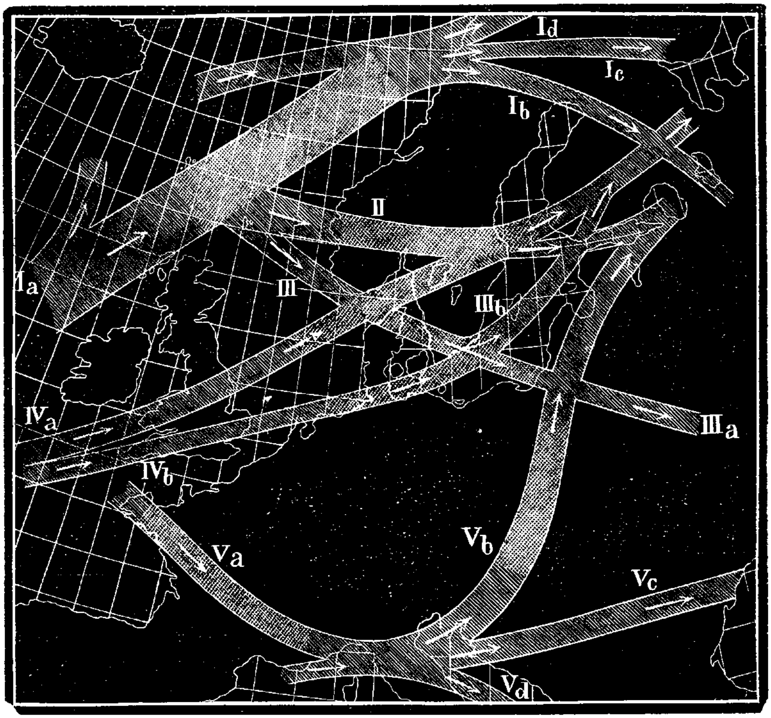
5.

Prijašnji nam je članak donio znamenitu spoznaju, da je gibanje barometričkih depresija glavni uzrok promjenama vremena na našem kontinentu. One mienjaju smjer vjetru na mjestima, kraj kojih prolaze, a sa promienjenim vjetrom dolazi na to mjesto druga temperatura, druga vlaga, druga naoblaka i drugi tlak uzduha.

U oči ove činjenice nije li na dlanu pitanje: Imadu li barometričke depresije, što jure preko Evrope, kakove odredjene staze, po kojima najradije lete preko kontinenta, mienjajući mu pri tom vrieme?

Silna je važnost ovoga pitanja za pogadjanje vremena u Evropi svakomu jasna. Kad mi je brzojav javio, da je negdje daleko na

zapadu u Atlantskom oceanu postala nova depresija, koja hrli prema evropskomu kontinentu, prvo je pitanje: kojom će stazom njezino središte udariti, jer znamo li mu stazu, možemo u velikim crtama odrediti i vrieme, što će ga različnim mjestima donieti, prema tomu, da li prolazi središte baš nad mjestom sjeverno od njega ili južno.



Sl. 106. Staze barometričkih depresija.

Tek u najnovije vrieme bacila se je meteorologija na ovo izpitivanje staza, po kojima se barometričke depresije najčešće i duže vremena gibaju. Spomenuti njemački zavod „Deutsche Seewarte“ ide s te strane glavna zasluga, i meteorolozi ovoga instituta, Köppen i Van Bebber, sastavili su prve karte, na kojima su ove staze zabilježene. Na temelju neprekidnoga motrenja tih staza od g. 1876. do g. 1890. sastavio je Van Bebber priloženu kartu za „staze barometričkih depresija“ (sl. 106.). Neka nam i ova karta kaže svoju.

Prvi pogled na kartu očituje istinu, da se depresije po Evropi gibaju sa zapadnih strana kontinenta k iztočnima, riedko kada prama čistomu jugu ili sjeveru, a gotovo nikada k zapadu. Slika nam liepo predočuje glavne staze, a različita širina tih staza hoće da iztakne, po kojima od ovih stazâ jure minima rjedje, a po kojima češće: što je staza šira, to ju češće znadu minima posjećivati.

Barometričke se depresije, koje odlučuju o vremenu po Evropi, pojave najprije redovito u atlantskom oceanu u okolici britskih otoka. Podjimo im odavde dalje tragom, pa proučimo staze pobliže.

Staza I. Počinje se na sjevero-zapadu Škotske, teče na sjevero-iztok, ide neko vrieme uzduž obale Skandinavske, prelazi sjeverni polarni krug, pak se napokon dieli na tri staze: jedna (1 d) okreće na sjever u Ledeno more, druga (1 c) vodi u Bielo more, a treća (1 b) prema jugo-iztoku u unutrašnjost Rusije.

Širina nam staze pokazuje, da njom minima najčešće jure, a izkustvo je pokazalo, da osobito u jesen (rujan) i zimi minima tom stazom lete, u proljeću pak veoma riedko.

Utjecaj ovih depresija, koje sjeverno od nas prolaze, visi ponajviše o tom, gdje je u isti čas barometrički maksimum. Poprieko se može reći, da nam nose toplo, dosta vedro vrieme i malo oborinâ.

Staza II. Teče s atlantskoga oceana izmedju Faröerâ i Škotske gotovo sasvim na iztok, prelazi preko Skandinavije Finskom zalivu, tu se dieli u dvoje: jedne depresije svrnu na sjevero-iztok k Bielomu moru, a druge teku dalje na iztok u unutrašnjost Rusije. Ovom stazom minima najradje teku u zimsko doba i utječu već mnogo snažnije na vrieme u našim krajevima, nego minima na stazi I: Prate ih obično jači vjetrovi, koji znadu narasti i do vihra, nebo se jako naoblači i kiša je mnogo vjerojatnija.

Staza III. I ova staza pripada, još više nego staza II., hladnomu dobu godine. Teče od Shetlandskih otoka na jugo-iztok k Skagerraku i u južnu Švedsku, pak se onda skreće na sjevero-iztok (III b) ili pako teče dalje na jugo-iztok u unutrašnjost Rusije ili u južnu Rusiju (III a). Jaka naoblaka, izvanredno velika vjerojatnost kiše, hladno i nemirno vrieme na zapadu, toplo i burno vrieme na iztoku, to su bitna svojstva depresijâ, koje se sele po toj stazi.

Staza IV. Počinje se na jugo-zapadu britskih otoka, vodi na iztok-sjevero-iztok preko Skagerraka, ili Helgolandskoga zaliva u

Finsku i k Bielomu moru. Depresije jure ovom stazom najradje ljeti, a dosta često i u jesen. Mienjaju vrieme veoma naglo, najprije ugriju uzduh jako i onda naglo ohlade; oblaci se obilno kupe i velika je vjerojatnost za kišu, a ljeti za česte oluje na velikom teritoriju. Opaziti nam je još i to, da se je nekoliko od najtežih oluja evropskih gibalo ovom stazom.

Staza V. Od prilike istosmjerno sa stazom III. vodi ova staza od britskih otoka na jugo-iztok preko Francuzke k Sredozemnom moru, pak se tu dieli, primajući minima, koja dolaze sa zapada, u troje: jedna minima lete na jugo-iztok u Grčku (V d), druga na iztok k Crvenom moru (V c), a treća svrnu na sjeveroiztok k Finskomu zalivu. Za naše su krajeve minima ove staze ponajvažnija, jer im se središta baš gibaju preko naših krajeva. Bitna su im svojstva: zimi jugo-iztočni i iztočni vjetrovi i oštra zima, u proljeću jaki mrazovi. Minima, što se svrnu od Adrije k Finskomu zalivu, donose sjeverne vjetrove, na zapadu zimi suho i mrzlo vrieme, a u proljeću mrazove, na iztoku pako obilne oborine, gdjekada jake poplave, a zimi žestoke sniežne oluje. Prvi dio ove staze (V a) pripada gotovo sasvim hladnomu dobu godine, dok je ljeti gotovo i ne ima; drugi se pak dio (V b) najčešće javlja u jesen i proljeće.

Ovo su u velikim crtama staze, što ih minima najradje odabiru na svom putu po Evropi. Ne bi bila istina, kad bi tko pomislio, da sva minima, što lete preko Evrope, odabiru jednu od ovih staza: tek jedna četvrtina njih ide po njima i ostaje duže vremena na njima.

Javi li se dakle kakav minimum negdje u atlantskom oceanu, prvo je pitanje, kojom će stazom preko Evrope krenuti. Kad bismo mu mogli po kojem sada još nepoznatom zakonu unapried odrediti stazu, mogli bismo prema načelima iztaknutima u prijašnjem članku gotovo za cielu Evropu odrediti vrieme.

No tim se sasvim primakosmo radionici današnje meteorologije Nju zanimaju u prvom redu danas još neriešena pitanja: Zašto postaju u uzdušnom oceanu za naše vrieme tako odlučni vrtlozi? Zašto postaju gotovo svi na atlantskom oceanu? Zašto odabiru najradje gore iztaknute staze, i zašto se gotovo uviek gibaju od zapadnih strana k iztočnima?

Ma koliko nas mala riječca „zašto“ podraživala na dalnje izpitivanje ovih čudnih pojava u uzdušnom oceanu, nama je ovdje

prekinuti razpravljanje, jer su odgovori na sva ova pitanja za duševno oko čovječje danas još zastrta pa bilo i tankim velom. Nu nekoje misli nauke i o tim pitanjima dužni smo kazati i našim čitateljima.

Kako postaju cikloni uzdušnoga oceana?

Uzdušni ocean nije nikada na miru. O tom smo se do volje osvjedočili. U njemu je vječno strujanje i kolanje. Struje lete tamo i amo. Vjetrovi dolaze s jedne i s druge strane. Nebrojeni valovi i vrtlozi uzdušni pokrivaju površinu zemaljsku. Kao da se bez prestanka bore u uzdušnom oceanu suprotne sile. Uzdušnim strujama prema sjeveru opiru se druge uzdušne struje k jugu. Toplina se bori proti studeni, a izparivanje vode se opire kondenzaciji pare. Težki uzduh pada u lakši, a lakši bježi izpred njega. Što se mora da rodi u tom vječnom komešanju? To nam dosta jasno pokazuje velika rieka i ova će nam prispodoba pomoći mnogo, da uhvatimo pravu sliku o pojavima u uzduhu. Kad gledamo rieku, najprije nam zapne o oko glavna struja u njoj, koja nosi svu ogromnu masu njezine vode s višega mjesta k nižemu. Nu stanemo li kraj obale duže vremena, pa se zadubemo malo više u pojave strujanja, opazit ćemo u brzo uz ovu glavnu struju i velik broj sitnijih sporednih struja u vodi; gdjegdje ćeš odkriti i čitav mali vrtlog vode oko kakove zapreke. Podjemo li dalje, naći ćemo u rieci i mjesta, gdje je voda na oko posvema mirna, kao u jezeru, drugdje opet teče silnom brzinom, a kadkada se u velikom slapu ruši silnom bukom u dubinu. A i na površini samoj se napravio bezbroj sitnih valova, koji pokazuju male brežuljke i doline. Voda teče u mnogo smjerova i na papiru bi ih mogli sve uhvatiti u liepoj slici. Nije li sličan razpored pojava i u uzdušnom oceanu. Gore i dolje teku glavne i velike struje njegove kao ogromne i široke rieke. Drobnice su uzduha još lakše, još prevrtljivije od drobnica vodenih. Nu i u uzdušnom je oceanu na pretek malih i sporednih struja: ima ih suprotnih glavnima, druge idu po strani; ima i u njemu valova i vrtloga bez broja. Jeste li gledali, kako se na vjetrovitu danu na cesti diže pijavica od prašine? Što je to? Ništa drugo nego mali uzdušni vrtlog, koji prašinu i lišće diže s tla i okreće se u okrugu. Cikloni, kojima je toli odlučna rieč u našem vremenu, nisu ništa drugo, nego takovi vrtlozi, ali u kud i kamo većoj mjeri, za koje se zna, da im promjer zna biti od osamdeset do tri tisuće i dvie stotine kilometara! Jedan taki ciklon zna kadkada pokriti dobar komad Evrope!

*

Sličnost s vodom ide i dalje. Vrtlog u rieci zna dugo vremena ostati na istom mjestu. Drobnice vode utječu i u nj, vrte se u okrugu po njemu, izlaze opet na drugoj strani i teku dalje s glavnom strujom, ali vrtlog ostaje na svom mjestu! Nu ima vrtloga i u riekama, koji se sele, a morski se vrtlozi sele gotovo svi s jednoga mjesta na drugo: postaju iznenada i opet se najednoć izgube. Ne pokazuju li isti pojav i uzdušni veliki vrtlozi? Ima ih, koji ostaju dosta dugo na istom mjestu. Drobnice uzduha teku i iztiču gdjekada iz anticiklona po više nedjelja, vrte se po njem u okrugu okolo na okolo, silaze iz visine sve više u spiralama k površini zemaljskoj i ovdje izlaze iz anticiklona, ali veliki vrtlog — anticiklon — ostaje na svomu mjestu. Nu valja reći, da ima i anticiklona, koji se sele s jednoga mjesta na drugo, kao i vihrovi; ima ih napokon i takovih, koji postanu na jednom mjestu, na njem ostanu nešto vremena, pa se opet na tom istom mjestu izgube.

Običniji je ipak u uzdušnom oceanu pojav, da se ovakovi vrtlozi sele — a to su baš cikloni. I ciklon, u kojemu drobnice uzduha dolje na površini zemaljskoj ulaze u vrtlog, u okruzima lete u njemu okolo na okolo, pa se u spiralama dižu u sve veće visine i negdje visoko gore, gdjekada do 4000 metara visoko i više, opet iz njega izlaze, može da postane svagdje na Zemlji i može da prestane svagdje na Zemlji. Nu redovno se seli sve dalje, gdjekada u pravcu, a drugda se opet vuče okolo stalnoga anticiklona. Preko nas dakle prolaze gotovo uviek nekakovi uzdušni vrtlozi, veliki i mali, i to je činjenica, koja je vanredno važna za ono, što se zove vrieme.

Baš ta okolnost, da su uzdušni vrtlozi tako važni za pojave vremena u našim krajevima, doniela je sobom i pitanje: što je pravi uzrok tomu, da se u uzdušnom oceanu tvore ti vrtlozi? Prispodoba s vodom u rieci, doduše razjašnjuje taj pojav, ali pravoga mu uzroka ne odkriva. A jasno je: da im znamo pravi uzrok, puno bi sigurniji bili u izvadjanju drugih zaključaka o vremenu. Do najnovijega su vremena stručnjaci tražili uzrok u razlici temperature raznih uzdušnih vrsta, kako je to prvi izjavio amerikanski, za novu meteorologiju toliko zaslužni meteorolog Ferrel. Kako je hladni uzduh puno teži od toploga, jednostavno se mislilo, da je iznad područja zemaljskoga, u kojemu je anticiklon, stup uzduha, koji je razmjerno hladan, a po tom i tlači jače na površini zemaljskoj. Motrenja na dnu oceana uzdušnoga potvrdjivahu to mi-

šljenje, jer se zaista anticikloni na površini zemaljskoj iztiču veoma nizkom temperaturom. Ciklone si opet tumačila nauka neobično toplim stupom uzduha iznad onoga kraja, gdje se je pojavio ciklon. To se je mišljenje činilo tako jednostavno i prirodno, da su mu stručnjaci gotovo svagdje povladjivali. Nu u najnovije doba ustrojiše nekoliko observatorija na vrhuncima visokih bregova — medju njima je u našoj monarkiji observatorij na Sonnblicku jedan od najviših (3090 metara iznad mora) i najvažnijih. Bilježke ovih observatorija pokazaše naskoro, da je ovo mišljenje bilo krivo!

Pomoću ovih visokih observatorija dobili su stručnjaci prva pouzdana opažanja o pojavima u višim vrstama atmosfere i baš iz opažanja na Sonnblicku, osobito u zimi, izveo je mnogo puta spomenuti Hann zaključak, da je baš obratno od prijašnjega mišljenja istina: uzdušni je stup u ciklonu hladan, a u anticiklonu razmjerno topao. Samo u najnižoj vrsti uzduha zna zimi u anticiklonu biti nerazmjerno nizka temperatura, jer je nebo obično vedro, pa toplina preko duge noći jako izbija u svemir. Po mehaničnoj teoriji topline napokon mora da bude tako. U anticiklonu se uzduh giba odozgor dolje, a uzduh se, koji pada k Zemlji, ugrije (izporedi o tom naše tumačenje Föhna na str. 169. i 170.), dakle razumijemo, da stup uzduha u anticiklonu mora da je topliji. U ciklonu se opet susretamo s uzdušnom strujom, koja se u spiralama penje u vis, dakle se ohladjuje. Nu ovim novim mišljenjem nastadoše i nove neprilike u tumačenju drugih pojava. Ako se uzduh zaista u ciklonu uzpinje, mora da negdje visoko gore u kojoj vrsti uzdušnoga oceana iztiče i opet natrag teče. Da je tomu zbilja tako, dokazao je prvi Vettin pomnim motrenjem oblaka: našao je, da dolje uzduh zaista utiče u ciklon, a gore iztiče. Po Ferrelovoj teoriji mislili su, da tamo gore ciklon jednostavno prelazi u anticiklon, pa se opet stvar činila posvema razumljiva i jasna. Nu ako je stup uzduha u ciklonu po Hannu hladan, tlak je uzduha u visini razmjerno još niži, dakle bi ciklon, što se više dižemo u njemu u vis, postajao sve dublji t. j. tlak uzduha u njemu biva sve manji. Opravdano je dakle bilo pitanje, kako da u takim prilikama razumijemo iztícanje uzduha iz ciklona, koje je Vettin ipak dokazao? Zasluga je Berlinskoga meteorologa Bezolda, da je i tu nejasnoću uklonio. S pravom je svrnuo pažnju na to, da kod svakoga uzdušnoga vrtloga za pravo djeluju tri sile: 1) sila gradienta, koja tjera uzduh ravno k središtu ciklona; 2) sila zemaljske vrtnje, koja uzduh s toga puta odklanja

na izvanju stranu (izpor. str. 214.), i 3) centrifugalna sila, koja se javlja, kad god se makar koje tielo vrti oko kakove osovine, a drobnice uzduha zaista to rade u svakom vrtlogu. I ova treća sila odklanja drobnice uzduha na vanjsku stranu. Sili dakle barometričkoga gradienta, koja drobnice uzduha tjera unutra k središtu ciklona, opiru se dvie sile, koje ju tjeraju na izvanju stranu. Na površini zemaljskoj bit će, veli Bezold, redovno prva sila veća od drugih dviju, dakle će drobnice uzduha na dnu oceana zaista utjecati u vrtlog. Nu kako se u ciklonu penjemo u vis, tako je u njemu i brzina vjetra sve veća, jer tamo nema trenja, koje bi ga ustavljalo, pa poradi toga rastu sve više one dvie sile, koje drobnice uzduha odklanjaju od središta ciklona. U odredjenoj će visini ove dvie sile baš savladati prvu i tamo je, veli Bezold, ciklon „centriran". Još dalje gore prevladat će ove dvije sile i drobnice uzduha ne idu više k središtu ciklona, nego idu baš protivnim smjerom t. j. iztiču iz ciklona.

Odlučenim se dakle može danas smatrati pitanje o tom, kako se giba uzduh u ciklonu i anticiklonu i kakova mu je temperatura spram okoline. Nu tim još uviek nije riešeno pitanje: a zašto postaju ti vrtlozi u uzdušnom oceanu? Valja reći, da nauka danas još ne zna odgovora na to pitanje, kao ni na ona druga, zašto se cikloni naši obično gibaju u odredjenim stazama. Nu čini se, da su bar pogodili put, kojim treba poći, da se dovinu uzroku. Taj je put pokazao E. Oppolzer, sin poznatoga bečkoga astronoma. I to mišljenje neka znadu naši čitatelji, jer je prvo, koje se može prihvatiti. Neka bude iznad mjesta *A* uzdušna struja dolje (anticiklon), a iznad drugoga mjesta *B*, daleko od prvoga, uzdušna struja gore (ciklon). Nastat će sasma pravilna cirkulacija uzduha: Dolje će na površini zemaljskoj uzduh teći od *A* prama *B*, od *B* u vis n. pr. do *B'*, odavde u visini ravno k mjestu *A'*, visoko iznad *A*, i napokon dolje od *A'* do *A*. Ako je uzduh suh, padat će temperatura njegova i iznad *A* i iznad *B* na svakih 100 metara za 1° C. (izp. str. 97.). Ako je samo toliko sile tu, da svlada neznatno trenje uzduha o površinu zemaljsku, moći će se ta cirkulacija izmedju *A* i *B* trajna držati. Nu što će biti, ako si pomislimo uzduh vlažan, kaki je zaista u našoj atmosferi? Kod struje dolje ne mienja se ništa; na svakih 100 metara pada temperatura uzduha za 1° C. Nu kod struje u vis nastaje kondenzacija vodene pare, tim se izvodi dosta topline i temperatura pada s visinom za svakih 100 metara samo za $\frac{1}{2}$° C.

(izporedi lievu i desnu stranu slike 71. na str. 170.). Što je posljedica tomu? Ako se uzduh, koji pada k mjestu *A*, jače ugrije, nego što se ohladi uzduh, koji se kod *B* uzpinje u vis, bit će uzduh, koji struji od *A* prema *B* manje gust, nego prije, i obratno, uzduh, koji gore u visini teče od *B'* prema *A'*, bit će gušći nego prije. Kroz isti će prorez dakle sada kod *A* prolaziti manja masa uzduha, nego što odozgo k tomu mjestu dotiče i obratno: k mjestu će *B* dolje sada manje uzduha dotjecati, nego što gore kod *B'* odtiče. Iznad *A* će se dakle uzduh nagomilati, tamo će biti barometrički maksimum ili anticiklon, a iznad *B* bit će barometrički minimum ili ciklon. Je li doista tako — tko bi danas znao? Tek je u nama oživjela čvrsta nada, da će meteorologija na uhvaćenom temelju sigurno i žurnije napried koracati, nego do sada, pak da ne će dugo potrajati vrieme, te će i u tom zamršenom pitanju, u kojem je bilo toliko lutanja, zasjati sunce podpune istine: duševno će oko proricati pojave u uzdušnom oceanu tolikom sigurnošću, kolikom danas već proriče u astronomiji gibanja nebeskih tjelesa. Da je čovjek danas na pravom putu k tomu velikomu i novomu triumfu, to su ovi redci jamačno pokazali svakomu, koji ih je pozorno pratio, — a to im je bila i svrha!

IX.

Vihrovi i oluje u uzdušnom oceanu.

Što je vihar? — Vihrovi i evropski cikloni. — Vihar u Evropi u studenu god. 1703. — Orkani. — Evropski vihrovi. — Bura na hrvatskoj obali. — Drugi lokalni vihrovi. — Scirocco u Italiji. — Mistral u Francuzkoj. — Chamzin u Egiptu. — Samum. — Harmattan u Guineji. — Leste na Madeiri. — Tropski vihrovi. — Vihar od 1. listopada god. 1868. u zapadnoj Indiji. — Tornado u Americi. — Uzdušne pijavice ili trombe. — Pješčane i vodene pijavice. — Böe. — Oluje.

Opominješ li se, čitatelju, onih, Bogu hvala, u našim krajevima dosta riedkih slučajeva, kad te je iz duboka sna noćnoga probudio strašni urlik pobjesnjelih elemenata u uzdušnom oceanu? Onaj isti uzduh, koji nas je kao blagi zefir toliko puta hladio i ugodne, liepe misli u nama budio, kao da je od jednom pomaman: tresu se kuće, stabla se lome, gromovi pucaju, a gdjekada se i silna kiša baca na tle, a kao kruna svemu tomu, onaj strahoviti urlik, da nam se koža ježi! U našem nas sigurnom pristaništu strah hvata i nehotice se sjećamo svoga bližnjega, pa uzdahnemo: ah, težko onomu, koga snadje na putu!

Prava je sreća, da se ovakov strašni vihar tako riedko diže. Nu povjest nam je ipak i u našoj Evropi zabilježila nekoliko vihrova vanredne snage. Jedan od najstrašnijih — do sada — obišao je u studenu godine 1703. Njemačku, Francuzku, Englezku i još nekoje zemlje. Osobito je veliku štetu počinio u Englezkoj. U grofoviji je Kent jedanaest stotina privatnih kuća razorio i sedamnaest tisuća stabala sa žilama iztrgao iz zemlje! Desetci su crkava ostali

bez krovova. Ne zna se, koliko je blaga poginulo, a i liep je broj ljudi izgubio život. Biskupa od Batha i Wellsa i njegovu ženu ubili su u postelji dimnjaci, koji su se rušili s biskupske rezidencije. U Themzi potopilo se je više od pet stotina ladjica, sve je brodove vihar odkinuo od sidra i tek se četiri spasiše. Dvanaest se velikih i malih ratnih brodova razbilo na raznim stranama, a ostanci nebrojenih trgovačkih brodova doploviše na englezke obale.

Ovakove katastrofe snašle su gdjekada i ciele mornarice ratne, i tim spasile onoga, na koga se spremiše. Tko se ne sjeća velike armade španjolske, koja je g. 1588. pošla na Englezku? Vihar ju uhvatio i od 150 ponosnih brodova španjolskih, povratilo ih se samo 56 kući, a kakovi? „Afflavit Deus et dissipantur“. Kolika je snaga uzburkanoga uzduha u vihru, pokazalo se nazad nekoliko godina opet u Englezkoj kod nesreće na mostu preko rieke Taya. Kad je vlak iz Edinburga došao na uzki željeznički most, koji vodi u Dundee, duvao je silan vjetar. U vlaku bilo je oko 200 ljudi. Noć je bila obasjana mjesečinom, vjetar jak, nu ipak nije nitko ni mislio, da je kakova pogibelj za vlak; ta bar Englezi grade kako treba svoje mostove! Par minuta se vozimo preko mosta, pa smo na drugoj obali. Veliki kameniti stupovi i željezni traverzi bili su tako jaki, da mogu lako nositi težinu vlaka. Nu ljudi računaše krivo, kako to i inače dosta često rade. Tlak je vjetra za stalno bio neobično jak. Vlak je prolazio po svojoj uzkoj stazi, a putnici su mogli s obih strana duboko dolje gledati uzburkanu vodu, koju je posrebrila mjesečina. Telegraf je javio u Dundee, da je vlak na putu. Zabrinuto ga izgledahu na postaji u Dundee-u, jer su vidjeli, kako sve više raste snaga vihru. I vidješe ga već u mjesečini, kako se brzo skliže po tračnicama. Strahovit prasak na jednoć nadglasio urlikanje vihra, u sred mosta vidješe, gdje je zabljesnuo iznenada plamen. Žice se telegrafske pobrkale, a vlaku više ne vidješe ni traga. Uzalud su ga čekali! Makar kako jak bio vihar, dva se odvažna muža nadjoše i podjoše s mjesta na most i nadjoše u sred mosta veliku razvalinu: dva je ili tri najveća željezna luka vihar jednostavno odnio. Cieloga je vlaka, zajedno s tovarom ljudskih bića u dubljini nestalo. Niti jedan nije preživio užasnoga pada u ponor, da pripovieda svietu strahote!

U strahu se ovaj put obraćamo k nauci s pitanjem: Što je vihar? Kako postaje i što su mu posljedice? Osjeća čovjek nehotice, da bi se možda mogao bolje braniti od njega, kad

bi mu poznavao uzroke i tečaj. I ovim je redcima svrha, da prijaznim čitateljima i čitateljicama bar donekle razjasne te strahote uzdušnoga oceana, kojima je čovjek u prvom svom neukom stanju dizao oltare i žrtve prinosio, ne bi li kako utišao nemilosrdne demone.

1.

Što je vihar? Neobično jak vjetar, reći će svatko. Nauka se izrazuje točnije. Nije joj po volji obćeni izraz „neobično jak“ vjetar. Gdje je granica izmedju običnoga i neobičnoga vjetra? Gdje prestaje vjetar, a počinje vihar? Nauka odgovora: na kopnu zovemo vihrom onaj vjetar, koji u sekundi prevali 17 metara ili još više. Na moru su u obće vjetrovi jači nego na kopnu, pa se poradi toga za vihar računa tek vjetar s brzinom od 25 metara u sekundi ili više. Prema poznatoj nam skali za snagu vjetra (izpor. str. 199.) bilježimo na kopnu brojem 6 vjetar, koji je već vihar, a brojem 10 najjači vihar ili orkan.

U našim krajevima ne prodje brzina vihra nikada preko 40 metara u sekundi, nu u tropskim krajevima, gdje mnogo češće zaredaju vihrovi, spram kojih su naši najjači tek igračka, zna doseći i do 60 metara u sekundi pače i više. Ovakovi silni vihrovi, koji na kopnu i obali sve poharaju i u kojima nijedan brod ne može da razapne jedra, zovu se orkani.

Izmedju vihra i vjetra prema tomu nema druge razlike, nego u jakosti. To nam je most, da dodjemo do spoznaje prave njihove naravi i zakona, po kojima se razvijaju i ravnaju. Da se spomenemo dakle, što je povod vjetrovima i o čem im visi snaga! Neposredni su uzrok vjetrovima razlike u tlaku uzduha: uzduh teče od mjesta, gdje je tlak veći, k mjestima, gdje je tlak manji. Teče pako tim većom brzinom, čim naglije tlak uzduha pada t. j. čim je veća razlika na barometrima dvaju obližnjih mjesta. Nauka veli, čim je veći barometrički gradient. Ako je n. pr. tlak uzduha na zapadnoj i iztočnoj obali sjevernoga mora različan za 15 milimetara, za stalno je u onom moru vihar. U obće se uzimlje, da je razlika tlaka od 5 milimetara na svakih 15 geografskih milja (111 kilometara) dosta, da se obični vjetar pretvori u vihar. Što da rečemo, kad čujemo, da u tropskim krajevima ima orkana, u kojima je ta razlika na svakih 15 geografskih milja ne 5 nego 45 milimetara?

Nu da se pozabavimo najprije časak oko vihrova po Evropi! Predjašnji nam je članak pokazao, da vjetrovi evropski ponajviše potječu od ciklona, koji po njoj putuju, a dolaze s Atlantskoga oceana. Oko tih barometričkih minima znadu zaista isobare biti na gusto poredjane, pa se već po njima vidi, kako tlak uzduha naglo pada prema središtu ciklona. Da su te isobare podpuni krugovi, padao bi i tlak uzduha na svim stranama jednako prema zajedničkom središtu njihovom: kad bi se uzduh brzinom vihra rušio na jednoj strani ciklona prema njegovom središtu, rušio bi se istom brzinom sa svih strana k njemu; svagdje bi dakle oko središta vrtloga bio vihar. Ali nam se već pokazalo, da tako pravilnih ciklona u nas nema; isobare su na jednoj strani gušće, a na drugoj rjedje ponamještene, dakle može na prvoj strani biti jak vihar, a na drugoj u isto doba običan vjetar.

Znamo i to, da se uzduh u svakom ciklonu giba u spirali oko središta njegovoga, dakle je i vihar, makar kako jak bio, tek jedan dio u tom velikom uzdušnom vrtlogu; onaj dio, u kojemu je barometrički gradient 5 milimetara ili više. U našim ciklonima obično nema svagdje okolo na okolo oko ciklona ovako velikih gradienata, zato naši vihrovi nisu podpuni vrtlozi, nego tek dielovi jednoga velikoga vrtloga. Ako mu je premjer velik, savijaju mu se na rubu isobare po malo, pa nam se može pričiniti, ako se ograničimo na malen dio površine zemaljske, da lete sve čestice uzduha u vihru u pravcima istim smjerom. Nu čim se pomoću sinoptičke karte malo ogledamo po Evropi, osvjedočit ćemo se, da nas je oko varalo: vihar je bio dio pravoga vrtloga.

Kako su dakle vihrovi i vjetrovi u nas sasma istoga podrietla i tek u snagi pojava različni, razumijemo, da će i za vihrove vriediti isti temeljni zakoni, što ih nadjosmo u šestom članku za vjetrove, a u osmom potvrdismo za naše uzdušne velike vrtloge. To su zakon Buys-Ballotov, koji odredjuje smjer i zakon Stevensonov, koji odredjuje snagu vjetrova i vihrova. Javi li se dakle negdje vihar, moći ćemo s mjesta odrediti, gdje je središte ciklona, kojemu pripada. Okrenimo vihru ledja i pružimo lievu ruku nešto malo napried, pa nam pokazuje prema kraju, gdje da tražimo barometrički minimum.

Ako je vihar zaista samo dio ciklona, treba da i na vihru dobro lučimo dvojako gibanje: gibanje uzduha oko središta ciklona i gibanje samoga središta po površini zemaljskoj. Da se najprije svrnemo na drugo gibanje! Središte ciklona, kojemu pripada vihar, ne ostaje nikada duže vremena na svom mjestu, kao što ni cikloni,

koji sobom nose naše vrieme. S njim se zajedno seli i cieli vrtlog. Prolazi li dakle preko kojega mjesta, na tom će se mjestu mienjati i smjer vihra prema tomu, koji dio vrtloga baš prolazi kraj mjesta. Kako se mienja pri tom smjer, to čitatelji već znadu po sl. 102. u predjašnjem članku.

Kako u Evropu dolaze gotovo svi vrtlozi iz atlantskoga oceana, pa kako je broj tih ciklona zimi puno veći nego ljeti, jasno je, da će se najviše vihrova javljati u Evropi u zimskom polugodištu i to ondje, gdje atlantski cikloni prelaze na kopno, dakle na zapadnoj obali Irske i Englezke. Kako se sele po kopnu, izpunjuju se po malo cikloni uzduhom, koji u njih utječe, pa poradi toga popuštaju po malo i vihrovi: na kopnu su evropskom vihrovi uviek puno slabiji i rjedji nego na zapadnoj obali Evrope.

Zanimaju nas u prvom redu prema tomu vihrovi, koji se rode na atlantskom oceanu, pa je prije svega pitanje, gdje ih se najviše javlja i kada?

Kako polazimo s ekvatora u atlantskom oceanu prema sjeveru sve su češći vihrovi u svako doba godine. Od ekvatora do petoga stupnja širine ih u obće nema. Nu ipak se u tom oceanu odlikuje jedan kraj osobitim obiljem vihrova, kraj nešto na sjever od pedesetoga stupnja širine. Dolaze dakle u Evropu sa zapada i prolaze redovno izmedju Englezke i Islanda u polarne krajeve. Po tom ostaju Englezka, Francuzka, Norvežka i Švedska obično, a srednja Evropa gotovo uviek na južnoj strani tih vihrovitih vrtloga. Vihrovi poradi toga u nas počinju s jugo-iztokom, a kako nam središte vihra dolazi bliže, okreće se i vihar sve više na zapad i konačno prelazi u jugo-zapad, kad je središte vrtloga prošlo kraj nas sjeverno od naših krajeva, a mi ušli u stražnji obseg vrtloga.

Tu je mjesto, da se posebice sjetimo hrvatskoga po svem svietu poznatoga vihra — težke brige naših primorskih krajeva — naše b u r e, koja je uz ime „b o r a“ ušla u naučnu literaturu meteorologičku. Bura je suh, studen sjevero-iztočnjak (NE) ili sjevero-sjeveroiztočnjak (NNE), koji se na mahove (refoli) upravo užasnim tlakom ruši s planina u more na hrvatskoj obali jadranskoga mora. Od Trsta, pa sve dolje do Albanije joj je carstvo, ali joj se je strahota već oko Hvara sasma izgubila. Često je uz buru nebo oblačno, zastire ga vrsta cirrostratusa, a smjer visokih oblaka pokazuje, da tamo gore puše vjetar s juga. Nu i uz vedro nebo zna bura iznenada nahrupiti. Navješćuje ju oblak cumulus, koji se pokaže iznad

vrha planine, i malo iza njega već se ruši bura. Dok puše bura, oblaci se sve više tamo gomilaju i čine tavan veoma gustih oblaka, koji je na dolnjoj svojoj strani kao nožem odrezan. Tek kad se izgubi bura, nestane i oblaka. Najjača je bura u zimskim mjesecima: zna gdjekada potrajati nekoliko dana, pače i dvije nedjelje. Snaga je bure upravo nečuvena. Stabla, krovove, kola i konje sruši veoma lako, zemlju i snieg prenosi s jednoga mjesta na drugo; ni goliat naših dana — parostroj — joj ne može da prkosi: zna se, da je prevrnula vlakove i vagone sbacila sa tračnica, da vlakovi od bure ne mogoše dalje. Vlaga se u atmosferi od nje smrzne u fini prašak sniežni i ona ga sobom nosi i utisne kroz najsitnije luknjice, tako da i dvostruki prozori i dvostruka vrata slabo pomažu. Nema krzna, nema odiela, koje bi te dosta štitilo od oštre studeni toga strašnoga vihra. Krovovi su na kućama posebnim opekama (pikule), ne pokriveni, kao drugdje, nego baš zidani, a često ćemo naći na njima i težkoga kamenja, da ih bura ne odnese. Najjača je bura u Trstu, oko Rieke i osobito oko Senja. „Senjska bura“ na osobitu je glasu. Kad zahuji po Senjskoj „Cilnici“ oštro, ne smije se čovjek naći na tom trgu: mogao bi platiti životom. Treba da spomenemo i to, kako je taj vihar sukrivac tomu, da nam je Kras danas bez šume i da je ponovno ošumljivanje tako težak problem. Kad su jednoć posjekli koju plohu, mogla je bura ondje razviti svoju punu snagu, odniela je po malo sav humus (plodnu zemlju) i mineralnu zemlju, a izpod toga izbio na površinu goli kamen, na kom ne može da raste nikakovo stablo.

Bura nikada ne prestaje tako naglo, kako dodje, nego se gubi po malo. Mahovi (refoli) dolaze sve rjedje i svaki je nešto slabiji, a tavan se oblaka nad planinom po malo gubi. Makar da je bura na oko veoma studena, temperatura njezinoga uzduha riedko kada pane izpod ništice. Osjećaj strašne studeni izvodi njezina snaga i neznatna množina vlage u uzduhu. Brzina, kojom se bura ruši k moru, dosta je različna, ali uviek veoma velika: izmedju 60 i 122 kilometara na sat. Nu u pojedinim mahovima njezinim za stalno je brzina, a po tom i tlak njezin na tjelesa, o koja udari, kud i kamo veći. Za snagu i brzinu bure odlučan je namještaj obale prema moru. Najjača je bura ondje, gdje se planina uzpinje nad more izmedju 320 i 650 metara, a osim toga od obale nije dalja nego 2 do 4 kilometra. Razumijemo sada, zašto je baš najjača u Trstu, na Rieci, u Senju i u obće na cieloj liniji od Rieke do Zadra, pa opet oko Dubrovnika i Kotora. Gdje su bregovi niži od 320 metara, a

vrhunci dalje od mora — n. pr. oko Pulja, Zadra, Spljeta, pa na otocima — tamo nije bura nikada tako strašna.

Kako postaje bura? Čini nam se, da to pitanje još nije posvema na čisto izvedeno, makar da je o buri naučna literatura dosta velika. Nema dvojbe, da je tumačenje bure, kako se nalazi u nauci, u velikim crtama izpravno, nu još je na tom vihru posebnih pojava, koje će naša domaća nauka morati potanje izpitati. Veoma je liepu karakteristiku o buri i pojavima vremena uz buru napisao austrijski meteorolog J. R. Lorenz u svojoj poznatoj knjizi o Kvarneru*, a vriedan je mnogo i prilog Seidlov o buri Krasa u austrijskom meteoroložkom časopisu od g. 1891. (Meteorologische Zeitschrift. Wien 1891. str. 232.).

Kada je obćeni razpored uzdušnoga tlaka po Evropi takov, da se barometrički minimum načini na južnom kraju jadranskoga mora ili u sredozemnom moru, a nasuprot tomu na evropskom kopnu u srednjoj ili jugo-iztočnoj Evropi barometrički maksimum, teče uzduh po Buys-Ballotovu zakonu od mjesta većega tlaka k mjestima manjega tlaka u spiralama. Prema tomu ima hrvatska obala kod svakog takovoga razporeda uzdušnoga tlaka sjeverne ili sjevero-iztočne vjetrove; pa zaista: kad god se barometar u srednjoj Evropi naglo diže ili u jugo-iztočnom jadranskom moru naglo pada, na hrvatskoj obali jadranskoga mora puše bura. Nu taj nam razpored još ne tumači, zašto ti vjetrovi često dosegnu snagu najjačega orkana. Da i to shvatimo, treba da uočimo konfiguraciju tla na hrvatskoj obali jadranskoga mora. Zaledje je našega primorja visok plateau, koji je zimi sav pokriven sniegom, a prema tomu je i temperatura uzduha na toj visočini veoma nizka. Na površini je morskoj pako i zimi uzduh topao, dakle je velika opreka izmedju temperature uzduha na kraskoj visočini i na jadranskom moru osobito zimi. Ta se velika opreka liepo iztiče u našoj tablici srednjih temperatura na strani 110. i 111. i za srednju godišnju temperaturu, a još više za mjesece zimskoga polugodišta. Zavalje n. pr., koje je 330 metara nad morem ima srednju godišnju temperaturu 9·5° C., Gospić, visok 560 metara, 8·5° C., a Senj na obali morskoj 14·3° C., Lokve, visoke 720 metara, imaju srednju godišnju temperaturu od 7·6° C., a Rieka 14·4° C. i t. d. Ta se opreka temperature nastavlja i dublje u zaledje naše obale,

* Lorenz J. R.: Physikalische Verhältnisse und Vertheilung der Organismen im quarnerischen Golfe. Wien 1863. Str. 57.—67. — Izpor. još: Lorenz u. Rothe: Lehrbuch der Klimatologie. Wien 1874.

jer i Travnik i Sarajevo pokazuju nizku srednju temperaturu uzduha: Travnik 9·5° C., a Sarajevo 9·2° C.

Ova velika opreka u temperaturi uzduha na visočini Kraskoj i na površini morskoj čini, da naša bura tako često dosegne jakost najjačih vihrova i da se u obće u zimskom polugodištu tako često javlja. Djelovanje si ove opreke možemo ovako raztumačiti. Na toplom moru postoji u zimi tendencija uzduha, da ondje u obće načini barometrički minimum (ona se još i u godišnjem srednjem tlaku nešto iztiče, ako se tlakovi svih mjesta reduciraju na morsku površinu); na visočini pako iza njega očituje se tendencija, da se stvaraju anticikloni (barometrička maksima). Ako je sada i obćeni razpored uzdušnoga tlaka po Evropi taki, da se uzduh mora gibati od sjevera i sjevero-iztoka na jug i na jugo-iztok, pojačat će ova opreka temperature na prielazima od nizke temperature u višu padanje uzdušnoga tlaka, gradient će postati lokalno mnogo veći i vjetar će se ondje pretvoriti u jak vihar. Mase uzduha izmedju Kraske visočine i hrvatske obale jadranskoga mora naglije padaju, kao rieka niz strmo brdo, i vjetar dosegne vanrednu snagu. Uzduh se upravo ruši u more.

Ovo je tumačenje bure jamačno svakomu, koji se je potrudio, da prouči predjašnji članak, posvema izpravno. Nu tko se potrudi, da proučava sinoptičke karte vremena, naći će neobičnu činjenicu, koja se protivi na oko ovomu tumačenju. Gdjekada teku isobare na evropskom kontinentu u našim krajevima tako, da po njima u obće nema razloga sjevernim i sjevero-iztočnim vjetrovima s Kraske visočine prema jadranskomu moru, a ipak se javlja bura u primorju i naraste do velike snage! Po sinoptičkim bi kartama pače sudio, da je tlak uzduha po čitavom kraju jednolično razdieljen, da nema dakle u obće razloga makar kakovu vjetru!

Tu valja da na umu držimo činjenicu, da se sinoptičke karte grade samo za velik teritorij, pa da se u malim razmacima može sasma lako pokazivati mjestno (lokalno) opadanje uzdušnoga tlaka, koje se u našim sinoptičkim kartama ne izrazuje; bit će pače u obće težko i opaziti ga.

Ovakovo lokalno (mjestno) opadanje uzdušnoga tlaka može da baš na tim mjestima izvodi jake vjetrove, pače i vihrove. Taj mali i mjestni gradient pako za sjeverne i sjevero-iztočne vjetrove postoji za hrvatsku obalu jadranskoga mora uviek baš poradi gore iztaknute razlike u temperaturi uzduha izmedju Kraske visočine i površine morske, osim onih slučajeva, kada isobare sinoptičkih ka-

rata pokazuju baš protivno opadanje uzdušnoga tla. Tim nam se tumači, zašto se bura tako često javlja i zašto se tako rado razmaše do snage žestokoga vihra, čim je obćeni razpored uzdušnoga tlaka taki, da se taj gradient još poveća. Razumjet ćemo sada i poznati pojav, da se bura ne javlja samo u zimi, nego takodjer i u proljeću, ljetu i jeseni, dakako ne tako često kao zimi. U proljeću se i ljetu naime uzka hrvatska obala jadranskoga mora (mogli bi ju gotovo zvati hrvatskom Saharom) od sunčanih zraka ugrije veoma jako, pa ostaje i sada gore spomenuta opreka u temperaturi izmedju obale i hladnijega zaledja, visočine Kraske, a tim i prilike za postajanje bure. Pokazuje se gdjekada kod bure i taj pojav, da po noći jenja ili sasma prestane, a u jutro opet postaje jača, kako se diže Sunce. Bit će svakomu lako, da po predjašnjem shvati taj pojav.

Još je samo jedan kraj u Evropi, gdje se javlja bura sa svojstvima na dlaku istima kao na hrvatskoj obali jadranskoga mora. To je iztočna obala crnoga mora kod grada Novorosijska.

Sličan joj je i Mistral u južnoj Francuzkoj, o kojem već Strabo piše: „Melamboreas je jak i strašan vjetar, koji ruši pećine, ljude baca s kola, i s njih sdere haljine, a oružje im otme“. Stari ga smatrahu najstrašnijim svojim božanstvom, komu dizahu oltare i žrtvovahu žrtve. U Marsilji puše Mistral poprieko 175 dana u godini.

U red vihrova, koji su poput naše bure, samo lokalne naravi, možemo brojiti i nekoje druge vjetrove po Evropi i drugim stranama svieta, koji se češće javljaju u karakterističnim oblicima. Da spomenemo bar nekoje!

Po svojstvima je svojima baš protivan našoj buri vjetar, koji se takodjer javlja po čitavom jadranskom moru i često dosegne jakost vihra, a poznat je po talijanskom uz ime scirocco. Puše s južnih strana i odličan je sa svoje neobično visoke temperature. U najširem svom području scirocco je vlažan, sparan vjetar, koji sobom nosi oblake i kišu u obilnoj množini. Scirocco je karakteristični vjetar kišovitoga doba u cielom području sredozemnoga mora, dakle zimskoga polugodišta. U jadranskom se moru na hrvatskoj i talijanskoj obali javlja kao jugo-iztočnjak. Kad dodje scirocco, nebo je puno težkih, sivih oblaka i uzduh sit vlage; oblaci se spuštaju duboko k površini zemaljskoj i u kratkim razmacima vremena izlievaju obilnu kišu na zemlju. Temperatura, koju sobom donese, dosta je visoka, n. pr. na Rieci u studenom $+ 17^0$ do $+ 22{\cdot}5^0$ C., a u siečnju $+ 7{\cdot}5^0$ do $+ 12{\cdot}5^0$ C., i ta temperatura

ostaje dan i noć gotovo jednaka. Značenje je medjutim rieči scirocco dosta raznolično u zemljama oko sredozemnoga mora. Svi se vjetrovi, koji dolaze s juga i jugo-zapada, pa svojom visokom temperaturom umaraju ljudsko tielo, zovu scirocco, bili ti vjetrovi suhi ili vlažni, i postajali makar s kojih razloga. Osobita je vrsta tih vjetrova scirocco na Siciliji i u južnoj Italiji. Od običnog vjetra toga imena posvema je različit po tom, što je vruć, a uz to veoma suh i sobom donosi prašine. Zna dosegnuti često jakost vihra, a temperatura njegova naraste visoko, do 35° C. u ponoći. Uzduh je sparan, nebo žutkasto ili sivo kao olovo i puno težke pare, kroz koju Sunce ili ništa ili težkom mukom nešto probija. Ljudi i životinje osjete neobičan umor i strah, ne mogu da rade gotovo ništa. I vegetaciju zna pokvariti, jer se lišće smota od suše i odpane. Dodje li, kad cvate uljika i loza, zna uništiti cieli prirod one godine. U svakom ga je mjesecu u godini, i u srpnju je baš taki, kao i u siečnju. U Palermu računaju na godinu poprieko 12 vihrova od scirocca, a smjer im se mienja izmedju SE. i SW. Kiše ne nosi sobom, tek da koja kap pane ili veoma kratka i nagla ploha. Najradije se dižu u travnju. Veoma često nosi scirocco sobom vrlo sitnu crvenkastu prašinu, koju je djelomice pobrao s površine zemaljske ondje, gdje puše; ta se prašina na drugom mjestu slegne opet na zemlju s kišom i bez nje. Nu često je tu prašinu donio sobom iz Sahare.

To nam je povod, da se ovdje spomenemo vjetrova i vihrova, koji se javljaju u pustinjama. Kad je scirocco, koji sobom nosi prašinu iz Sahare, još na Siciliji tako neugodan i neobično jak, razumijemo, da će taki vjetar na mjestu, gdje postaje, biti kud i kamo jači, dakle u području pustinja sjeverne Afrike, Arabije i Syrije. U Algeriji, Syriji i Arabiji zovu te strašne vjetrove i vihre ponajradije Simun ili Samum, u Egiptu Chamzin. Najpoznatiji je egipatski Chamzin, ali u nas uz ime Samum. To je veoma suh i vruć vjetar s juga, koji se u Egiptu javlja gdjekada u veljači, a kraj mu je uviek u lipnju; najjači je obično u svibnju. Ne puše nikada duže od 12 sati; obično počme nekoliko sati iza izhoda Sunca, dosegne najveću snagu svoju rano po podne i prestaje obično kad zadje Sunce. Temperatura raste izvanredno, kad zapuše ovaj vjetar iz pustinje, a vlaga uzduha bude veoma mala. I u delti Nila, gdje već dosta jako utječe hladnije more, temperatura se uzduha zna gdjekada najednoć dići za 25° C., a u isti mah vlaga uzduha pane na 12 do 15 postotaka! Burckhardt je jednoć u Esnehu

vidio, gdje se je termometar za duvanja Chamzina digao u hladu na 49·4° C. I Chamzin puše, kao i naša bura, na mahove. Arapi vele, da skače u galoppu, pa da izdubljuje piesak u pustari. Uzduh se sa zemlje diže koso u vis, pa ponese sobom prašinu i piesak, da ga drugdje. gotovo kao pješčanu tuču, baci o tle. Gdjekoje godine puše Chamzin u Kairu po Pruner Beyu samo 4 puta, drugda opet 12 do 16 puta, poprieko 11 puta na godinu. U Aleksandriji zabilježio je Pirona za pet godina 102 puta Chamzin. A. Ebeling doživio je 30. travnja g. 1875. u Kairu vihar od Chamzina, kakova već davno ne doživješe u tom gradu. Jutro je bilo sasma kao obično i nijedan znak nije pokazivao, kakav će se strašni vihar po podne dići u gradu. O podne se iznenada smrklo nebo, koje je do toga časa bilo čisto i vedro i nekoliko je minuta poslije već hujio žestok vjetar iz pustinje po gradu. Čas kasnije pokazao se neobičan pojav: nebo postalo nešto svjetlije, ali ta je svjetlost bila neobična i strašna, žuta kao sumpor; rasla je sve više i napokon dorasla do tolikoga sjaja, da ga oči već ne mogoše podnositi od boli. U to je i vjetar narasao do jakosti žestokog vihra i oko 3 sata urlikao je po gradu najžešći orkan. Kuće na visoku potresle su se do temelja, stakla stadoše zveketati, da si svaki čas očekivao, kako će se razbiti. Visoke se palme sagnuše tako duboko, da su im se krošnje gotovo ticale tla, a s plitkih krovova odletješe sprave za sušenje rublja, verande, kolibice kao pljeva na sve strane. Sunce je na nebu sjalo kao kakov Mjesec, slabašno i bez običnoga sjaja, ali ne crveno, kako se obično čita u opisima Chamzina. Bar u Kairu ne vidješe nikada takovoga Sunca. Možda je takovo u gornjem Egiptu i baš u pustinji. Uzduh je očito bio nabijen elektricitetom, akoprem ne bijaše ni striele ni groma, tek pojedine sjajne iskre, kao da padahu poput vatrenih kapi iz visine. Oko 5 sati po podne prestao je orkan najednoć i tako naglo, da je već 10 minuta poslije sva priroda bila tiha i mirna!

Izvan grada harao je Chamzin nemilo. Velike Nilske akacije i sykomore, koje su bile posadjene na nasipima u Gizehu, ležahu iztrgane na tlu, nasip sam bijaše na mnogim mjestima razkinut i podkopan; srećom se je Nil bio već vratio u svoje staro korito, jer bi inače bila nesreća kud i kamo veća. Oko piramida razasuta sela stradala su takodjer jako: liep broj stanova Fellaških odnio je vihar bez traga!

Kraj piramida prohujio je dakako i ovaj orkan, a da ga i ne osjetiše. U ovih 5000 godina, što stoje, jamačno su doživjele i većih strahota!

Burckhardt je doživio osobito žestok vihar od Chamzina u samoj pustari, pa ga opisuje ovako: „Najprije pokazao se tamnomodar oblak, koji se sterao oko 25 stupanja nad horizont. Kako se je primicao i sve više dizao nad horizont, postajao je sivkast i žutkast. Svaki član karavane, koji takih pojava još nije bio vidio, stao je u čudu i gledao krasni nu ujedno i strašni prizor. Što je bliže dolazio oblak, sve se je više žutio, a horizont je opet postao sjajno modar. Napokon se oblak srušio na nas: mrak se uhvatio oko nas i svi smo se smeli, pet do šest stopa od sebe nisi već ništa vidio, a oči nam se napuniše prašinom. Prvi zamah vjetra srušio je naše privremeno smještene kolibe, a mnogi čvršći usadjeni šator otišao za njima. Najveći se šatori opirahu još koji čas, nu i oni se porušiše i cieli naš namještaj srušio se o tle. Medjutim poplašene deve skočiše na noge, razkidoše svoje konope i pokušaše, kako bi utekle pogibelji, koja im je prietila“.

Nije egipatski Chamzin jedini vjetar, što ga šalje Sahara. U gornju Guineju šalje Harmattan, u Algir Samum, pače i preko mora Leste na Madeiru i Kanarske otoke, Leveche u Spaniju i prije opisani Scirocco u Italiju. U srednjoj i sjevernoj Arabiji, u Mesopotamiji i Syriji znadu takodjer za Samum, a s pustare Mohave u zapadnom dielu sjeverne Amerike duvaju slični vjetrovi, ima ih pače i u nutrinji Australije.

Nu svi ovi vjetrovi i vihrovi, što ih ovdje opisasmo, dosta su ograničeni: nikada se ne javljaju u isti mah okolo na okolo oko barometričkoga minima ili ciklona, nego su tek dielovi velikih vrtloga u uzdušnom oceanu, koji postaju u onim krajevima Zemlje. U tropskom pojasu zemaljske kugle pojavljuju se pako često vihrovi, koji su doduše istoga podrietla, kao i svi ovdje opisani, nu u pojavu su svom od njih dosta različni: to su strahoviti cikloni tropskih krajeva, kojima treba da posvetimo poseban odsjek u ovom članku.

2

Najžešći vihrovi umjerenoga pojasa gube se u svojoj strahoti spram groznih vihrova u tropskim zemljama, koji su svemu svietu poznati uz imena trombâ, tornada, hurrikana, tajfuna i pamperosa u ekvatorskim krajevima. Svi se ovi silni vihrovi skupljaju u nauci pod zajedničko ime ciklona u užem smislu te rieči, jer se oko njihovih minima zaista pokazuje vihar u isti mah na svim

stranama okolo na okolo. Ide ih po tom zaista ime pravi cikloni ili vrtlozi. Tropski je ciklon uviek mnogo manjeg promjera od naših ciklona i njegovo se središte redovno mnogo sporije giba po površini zemaljskoj, ali je i pravi vrtlog njihov kud i kamo žešći od naših: uzduh leti u spirali ili gotovo u krugu silnom brzinom oko središta njegova. Evropski se cikloni sele dosta različnom brzinom: na sat trideset i dva pa sve do sto i dvanaest kilometara; tropski ciklon ili vrtlog riedko se kada seli po površini zemaljskoj brzinom većom od šestnaest kilometara. Nu poradi kud i kamo veće snage vjetra u samom vrtlogu mnogo su užasniji od naših velikih ciklona. Dvojako gibanje tropskih ciklona liepo predočuje poznati zvrk, kada leti. Zvrk se vrti oko svoje osovine, ali se i seli s jednoga mjesta na drugo. On se može brzo ili polako vrtjeti oko osovine, a uzporedo brzo ili polako seliti s jednoga mjesta na drugo, može pače uz najbržu vrtnju stajati gotovo sasma na istom mjestu. Jedno je gibanje sasma neodvisno od drugoga. Ili: čovjek ide napried, a nad glavom si vrti snažno kamen, privezan o uzici. Udari li taj kamen o što, poradit će zlo. Koliko će biti zlo, visi u prvom redu o tom, kolikom se je brzinom vrtio kamen, a ne o tom, ide li čovjek brže ili sporije. Baš je tako i u tropskih ciklona: šteta, što će ju poraditi ciklon visi o brzini, kojom leti uzduh oko središta. Što je jači taj vjetar, to će teže stvari dići i odnieti. Umjerena briza prevali na sat 19 do 38 kilometara; jaka briza 48 kilometara; srednji vjetar od prilike 64 kilometara; jak vjetar 80 kilometara, a vihar od prilike 112 kilometara; hurrikan tropski pako od prilike 144 kilometara. Za koliko se još brže može gibati uzduh u hurrikanu, toga ne može nitko da reče. Dosegne li naime vihar do ove jakosti, ne mogu ni ljudi ni instrumenti više naučno mjeriti brzinu! Već kad je brzina vihra 128 do 144 kilometra na sat, bude tlak vjetra na predmete užasan i šteta ogromna. Srećom dolazi i najžešći orkan samo na mahove, pa zato i uzduh tlači čas jače, čas slabije na sve predmete. Jedan zamah vihra može da izjednači kuću s tlom, dok se na bližnjoj kući nije razlupao ni jedan prozor. Takovi, rekao bih gotovo, hiroviti učinci vihra, dosta se često pokazuju, a to je i sreća, jer da ne bude toga, izkorienio bi mjesto pojedinih stabala čitave šume, a gdje se ruše pojedini dimnjaci, srušili bi se svi dimnjaci u gradu! Ime ciklon potječe iz godine 1848. (od grčke rieči „kyklos“, koja znači „krug“). Do sredine našega vieka ljudi naime nisu ni slutili, da su vihrovi i orkani okruglog oblika.

Koliko li je brodova stradalo s toga neznanja! Iznenada ih zahvatio orkan i neznajući ni sami kako, probili bi se do središta njegovoga. Tu bi našli ili tišinu ili pojedine udarce vjetra, a nad sobom bi vidjeli opet modro nebo („oko orkana"), samo bi more bilo vrlo nemirno. Činilo im se, da je glavni vihar prošao, mornari bi se već poradovali i jadra digli — kad al na jednoć baš s protivne strane udari ponovni vihar, jak kao predjašnji i brod se zajedno s mornarima potopi! Nama je sada dakako posvema jasno, zašto brod, koji proreže ciklon, mora da zapane na obje strane u protivne vjetrove. Danas, gdje poznajemo bar glavne zakone ciklona, zna kapetan, kako treba da manevrira brodom, kako ne bi zapao u središte ciklona, nego bi što brže iz njega izišao.

Iza ovih nekoliko nuzgrednih opazaka povratimo se pitanju: gdje je domovina ovim strašnim vihrovima, i kuda se sele i kako se sele po Zemlji?

Svi se tropski cikloni rode s jedne i druge strane ekvatora od prilike izmedju 5. i 10. stupnja geografske širine i njihovo središte putuje najprije prema zapadu, zakreće na sjevero-zapad i sjever, pa udari napokon na sjevero-iztok. Put je dakle ciklonovog središta redovno krivulja osobite vrste, koja se zove parabola. Naša slika 107. pokazuje redovni put tropskih ciklona u zapadnoj Indiji i na atlantskom oceanu. Postaje taki ciklon obično negdje na 10. stupnju širine iznad ekvatora i jedva što se je rodio, udari na sjevernoj polutci smjerom sjevero-zapadnim i ostaje u tom smjeru, dok ne dodje do izvjestne sjeverne širine (izmedju 20. i 30. stupnja); tu zakreće na sjevero-iztok i staza je njegova središta prema tomu parabola (na slici zabilježena križićima). Izmedju 5. i 10. stupnja širine i 45. i 60. stupnja dužine (vidi sliku), dok je ciklon još blizu svomu izhodištu, brzina je njegovoga putovanja izmedju 2 i 9 kilometara na sat; ta brzina raste, kako ciklon dolazi u sjevernije krajeve i kako zakreće na iztok: izmedju 35. i 45. stupnja širine, pa 50. i 30. stupnja dužine, već je izmedju 10 i 20 kilometara na sat.

Staza ciklona dieli ciklon u dvije najednake pole, kako pokazuje i naša slika, koje su ipak u svom djelovanju dosta različne. U jednoj se poli smjer vrtnje oko osovine podudara sa smjerom, u kojemu ciklon putuje, a u drugoj su poli ti smjerovi baš protivni. U prvoj poli dakle vjetar jače puše nego u drugoj, pa po tom i imena ovim polovinama: pogibeljna i umjerena polovina ciklona.*

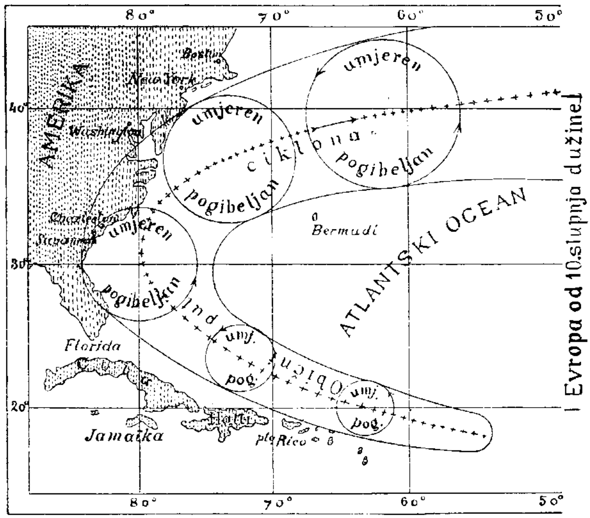
---

* U našoj slici nisu svagdje rieči: „umjeren" i „pogibeljan" na pravom mjestu. U donjim trima vrtlozima treba da zamiene svoja mjesta!

Kako se središte seli sve dalje prama sjeveru, tako raste i obseg vrtloga sve više, duboki se barometrički minimum u njegovom središtu sve više gubi i vihar postaje sve slabiji.

Kao primjer ovakovoga tropskoga vihra ili ciklona odabiremo vihar, koji je pod večer 1. listopada god. 1866. prelazio preko otokâ Bahama i naša karta (Karta VI.) pokazuje stazu i ostale prilike ovoga vihra iz bližega.

Na karti su nacrtane isobare za svakih 10 milimetara oko središta vihra, a nešto dalje još isobare za tlak uzduha od 760 do 765 milimetara. Smjer je vjetrova označen na mnogim mjestima



Sl. 107. **Postajanje i redovna staza tropskih ciklona u atlantskom oceanu.**

strjelicama, ali snaga vihra nije nigdje zabilježena. Deblje izvučena crta pokazuje stazu, kojom je putovalo središte vihra po zemaljskoj površini. Dolazio je od otoka St. Thomas, koji još spada k otočju Malih Antilla u Caraibskom moru srednje Amerike ili, kako neki vele, zapadne Indije. Prolazio je kraj otoka Velikih Antilla: Porto Rico, Haiti, Kuba i ticao se baš otočja Bahama. Prošavši kraj njih obrnuo se najprije na sjever i nešto kasnije, u visini Floride prama sjeveru-iztoku. Čas, za koji vriedi naša karta, jest onaj, kad je središte ciklona bilo kraj otoka Nassau u otočju Bahama. Tu je bio

u tom času tlak uzduha samo 704 milimetra. Nekih četiri ili pet geografskih milja oko te točke bio je tlak gotovo isto tako malen, nu dalje od toga okruga bila je razlika u tlaku uzduha na male daljine baš izvanredna, kako to i naša karta pokazuje tim, što su isobare s početka veoma na gusto poredjane. Što dalje od središta, to su na rjedje ponamještene isobare od 740, 750 i 755 milimetara, nu sve su još uviek gotovo krugovi oko središta ciklona. Tek u većoj daljini od središta, na otočju Bermuda i na otoku St. Thomas, razmaknule su se na daleko isobare od 760 i 765 milimetara, tamo već nema ništa od vihra, koji je harao u onaj čas na Nassau-u.

Mi imamo dakle pred sobom kod Nassau-a barometrički minimum, oko kojega tlak uzduha prema središtu njegovom veoma naglo pada, tako naglo, da tomu u evropskih vihrova nema nikada premca ma ni s daleka. Kako bi se to naglo padanje uzdušnoga tlaka još bolje čitatelju pokazalo, dodana je izpod glavne karte sličica, u kojoj se vide dvije krivulje. Jedna (deblje izvučena) pokazuje, kako se je u Nassau-u tlak uzduha dne 1. listopada god. 1866. od 8 sati do podne mienjao do ponoći toga dana. Druga, tanja, crta pokazuje opet, kako se je mienjao taj tlak za evropskog vihra od 25. siečnja god. 1868. Bacimo li oko na tu sliku, odmah ćemo opaziti silnu razliku u promjeni tlaka za vihra u zapadnoj Indiji spram evropskih vihrova. U partiji minima, koji je izmedju 4 i 5 sati prošao kraj otoka Nassaua, bio je gradient 54 milimetra na 15 geogr. milja, dakle 12 puta veći od najmanjega gradienta za vihar (4·5 milimetara na 15 geogr. milja). Oko toga dubokoga i veoma strmoga minima giba se uzduh u spirali, kako to propisuje Buys-Ballotov zakon za sjevernu polutku. Vrtnja je uzduha oko središta ipak tako brza, da vjetar u nutarnjem dielu ciklona puše gotovo uzporedo s isobarama i jedva se može i opaziti, da skreće nešto k središtu. Dalje se od središta to skretanje već bolje vidi, jer tlak uzduha ne pada tako naglo, a daleko u atlantskom oceanu, gdje su gradienti vrlo slabi, puše vjetar gotovo okomito na isobare i ravno k središtu minima. U neposrednoj okolici središta ciklonova je mali prostor, u kojemu je tišina. Oko toga kraja huji orkan s brzinom od više nego 36 metara u sekundi, u pojedinim mahovima vihra pače i 55 metara u sekundi. Što dalje od središta, to je slabiji vjetar i kod Antilla je već posvema slab. Dok je vihar prolazio kraj otokâ Bahama i spram Bermuda, letilo mu je središte 24 kilometra na sat, a kasnije je letilo brže: 48 kilometra na sat (13 metara u se-

kundi). Nu brzina im zna biti dosta različna. Dne 30. kolovoza g. 1853. pojavilo se središte vihra na 12. stupnju sjeverne širine u atlantskom oceanu baš izpod Capverdskih otoka pred zapadnom obalom Afrike. Odavde je krenulo na zapad, pa onda na sjever i došlo do 3. rujna pod 20. stupnjem širine sjeverno do iznad Antilla, dakle je za 4 dana preletio ciklon preko atlantskoga oceana. Dne 6. rujna došao je do 30. stupnja sjeverne širine južno od rta Hatteras. Tu se je okrenuo na sjever i sjevero-iztok i prošao 7. rujna kraj rta Hatteras. Dne 8. rujna presjekao je 40. stupanj širine južno od Halifaxa, išao je dne 9. rujna izpod New-Foundlanda, a 10. bio je već u sred atlantskoga oceana izmedju New-Foundlanda i Irske na 50. stupnju širine, 11. bio je na sjevero-zapadu Škotske; odatle je krenuo u ledeno more, gdje ga već dalje ne mogahu pratiti.

O pojavima, koji se pokazuju u ovakovim velikim tropskim ciklonima, mi ljudi umjerenoga pojasa nemamo ni pravoga pojma, jer u naših najgroznijih vihrova njima nema ni traga. Mase uzduha lete dolje na površini zemaljskoj silnom brzinom i uz veliki tlak u spiralama oko središta ciklona i dolaze sve bliže središtu, središte kao da ih siše u se, a gore vidimo crne oblačine, kako ih vihar izbacuje na sve strane, dakle uzduh na gornjoj strani iztiče iz ciklona. Po tim grdnim oblacima znadu ljudi već na mnogo milja daleko, da dolazi orkan. Iz tih se oblaka, koji su nad ciklonom, ruše čitave rieke kiše. Izpod glavnoga oblaka se često vide razderane mase oblaka, koje nutrinja vrtloga izbacuje na njegov rub. Uz kišu je dakako i jaka oluja, a gdjekada se oblak u sredini svojoj otvori i na kratko se vrieme pokaže liepo modro nebo: „oko vihra“.

Liepu je karakteristiku tropskih ciklona izmedju 10. i 25. stupnja širine dao kapetan A. Schück, po njemu ih i mi opisujemo:

„Odaleko od vihra, već nekoliko dana prije nego će doći, opominje nas barometar: njegova je dnevna perioda padanja i dizanja (izpor. str. 125.) nepravilnija nego obično: jače pada nego što se diže. Oblaci se više ne slažu u vrste jednoliko, kao do sada, primaju neobične oblike, gomilaju se u hrpe raznog oblika i svakovrstnih boja, pa te se svojom vanrednom bjelinom ili opet svojom mutnom sivom i surom bojom dojimlju veoma neugodno. Rubovi su tih gomila gdjegdje veoma oštro izdjelani, drugdje opet razderani i raztrgani: jedni su kao velike lopte od blatnoga sniega, iz drugih vise krpe dolje. Mienjaju naglo svoje oblike i boju i lete veoma nejednako: čas kao da stoje na mjestu, čas opet lete kao striela po nebu. Paučine lete po uzduhu i

zapnu o sve stvari. I more postaje nemirnije, površina kao da mu gdjekada skakuta i valovi se ne javljaju više jednolično, neobični se valovi prebacuju preko redovnih valova, što ih izvodi passat ili monsun.

Termometar se gdjekada jako, gdjekada opet gotovo ništa ne mienja, nu uzduh postaje sparan i težak, Sunce peče, svjetlo mu je nekako nemirno, a oko njega je blied kolut; kad izlazi i zalazi, neobična mu je boja. Večernja rumen ne daje oblacima običnu nježnu boju, čas su boje veoma žive, čas opet nejasne i zamazane: neobična rumen pomiešana zelenom i žutom bojom. Mornar veli drastično: „uzduh je veoma blatan". — Noću zviezde trepću neobično, oko njih se pokazuju koluti, a i svietlo je Mjeseca neobično; i njegov kolut je drugačiji: gdjekada neobično svjetao, a drugda jako slab. Oblaci ne svietle više onim slabim električnim svjetlom, koje obično ublažuje tminu tropskih noći; i to je svjetlo postalo neobično jako; nema li ga pako ništa, oblaci su crni i nemili; u kraju, odkuda će da dodje vihar, sieva čas veoma jako, čas se opet neprekidno javlja svjetlucanje uzduha. Svane li napokon zora, ne zarumeni se nebo kao obično najprije na horizontu, nego nad glavom, gdje slabašni oblaci sada vise s neba kao crvene pahulje od vune, na vodi postaju guste mase pare i gube se naglo.

Čim se Sunce nešto digne, razbistri se uzduh neobično i na daleko je posvema prozračan, nu kraj sve snage i vrućine sunčanih zraka čini ti se, kao da ne može voda ništa da izhlapljuje. Pomalo prima nebo boju olovnu i uzduh ti se čini težak kao olovo, tako bar tišti tielo; tavan težkih oblaka sjedi na horizontu; ne znaš gotovo, kako je i kada došao tamo; valovi su sve viši, nepravilni i nemirni, glavice se valova sve više dižu u oštre vrhove; uz neobično kreštanje dolaze ptice k brodu, da traže tamo zaklon, nu neobično ih gibanje broda preplaši, pa odlietaju, ali opet se vraćaju, nu ne usudjuju se, da sjednu na brod: instinkt im kaže, da sjedećke ne bi odoljele vihru, nego lietaju po uzduhu na strani jedra, obrnutoj od vihra! Još je možda bio vjetar do sada nešto promjenljiv; obraćao se čas tamo, čas amo; nu sada toga nestaje: snaga mu raste, u jedrima, jarbolima i konopima počinje zviždati i urlikati. Vjetar se pretvara u vihar, što je do sada bilo kiša, to je od sada pljoha, pojavi se oluje gube, a kraj sve žestine vihra je uzduh tako neugodan, da gotovo željno čekaš oluju. Nebo se cielo pokrilo, još lete nad olovnom vrstom težki i strašni oblaci, iz kojih lieva kiša kao iz kabla, nu za čas ne razpoznaješ više ni toga:

oblaci, kiša, prskanje mora sklopili su se u jednu masu, vihar ih mieša i goni, kad se dotakne ta masa kože, kao da te nešto bode. — Barometar je medjutim neuredno padao sve dublje, njegove je pravilne dnevne periode nestalo, mjesta su različitoga tlaka tako blizu jedno drugomu i lete tako brzo preko broda, da barometar na mahove pada, a uz to raste i broj vihrovih mahova i svaki je jači. Nije li se mornar pobrinuo za to, da već prije brod i sve na njemu sačuva od štete, sada je već prekasno — sad se već ne može govoriti o snagi vihra, to je pravo bjesnilo. Jadra, koja nisu dobro učvršćena, se odkidaju, stupovi i jarboli, ako nisu dobro čvrsti, lome se, i još je dosta sretan mornar, ako ih se može riešiti prije, nego mu padanjem probiju sveze dasaka. Brod se sav trese, stenje i drhće, o kakovu gibanju riedko se kada može govoriti; nešto ga čvrsto pritište na vodu, valovi se već ne mogu lomiti, jer im se vršci njihovih piramida razprskaju i vihar ih raznosi, nu ipak su još tu, valjaju se jedan na drugi i bacaju se preko broda, kao preko čvrste hridi. Ne možeš više po njem ni hodati niti na njemu stajati; tko mora da stoji, taj je privezan. Još jači udarci vihra, još brže padanje barometra pokazuje, da se primiče središte ciklona. Čim dodje brod u to područje, izmieni se orkan tišinom i lakim, promjenljivim vjetrom; preplašenim i gotovo bezsvjestnim ljudima to i nije odmor, jer ih ta silna i nagla promjena uzrujava i kao da slute, da će vihar udariti ponovno s protivne strane. Dok ne dodje, nebo se nešto razčisti, osobito nad glavom; kukci, ptice, lišće, trešćice, što ih je vrtlog sobom donio u nutarnji rub svoj, padaju na brod ili traže na njemu odmora i zaklona. Često vele da pokazuje more u nutrinji vrtloga pojave, kojih se ljudi zgražaju: visoki se valovi sa svih strana sukobe i prebacuju, novi se dižu i udaraju jedan na drugi; kao nemoćna se lopta medju njima baca brod tamo i amo i tim dolazi u položaje, koji su još pogibeljniji od snage orkana. Gdjekada pako pokazuje more ondje samo take valove, kakovi se vide iza vihra, kad dolazi tišina; vele pače, da je kadkada sasma gladko.“

To je prava slika tropskih vihrova, kaki se javljaju osobito po otočju zapadne Indije (centralne Amerike), u kinezkom moru, u Bengalskom zalivu i u indijskom oceanu, osobito kraj otoka Mauritiusa. Redovno počnu na mjestima, gdje je trajni barometrički minimum (izporedi karte IV. i V.), u kojemu je uzduh nemiran i struja u vis žestoka. U zapadnoj se Indiji zovu hurrikani, a u tihom oceanu tajfuni (osobito u kinezkom moru).

Na sreću su takove strahote i tamo dosta riedke, vezane su na odredjene mjesece u godini, a ima i u tropskom pojasu dosta prostranih krajeva, gdje ih nema nikada. Kad bi ovi tropski cikloni odredjivali ondje vrieme, kako to u nas čine naši veliki uzdušni vrtlozi, ne bi moglo biti u tropskim morima brodarstva i sveza bi oceanska izmedju kontinenata bila prekinuta!

Orkani zapadne Indije postaju na rubu ekvatorialnoga pojasa tišina i najčešće se javljaju, kad se taj pojas pomakne najdalje na sjever, pa je i temperatura uzduha i tlak pare u morima oko zapadne Indije najveći. Kinezki tajfuni se rode u barometričnom minimu, koji je na jugu i iztoku ograničen područjem visokoga tlaka u Australiji i u sjevernom dielu tihoga oceana i seže u nutrinju Azije (vidi kartu V.). U Bengalskom se zalivu javljaju vihrovi, kad se mienja smjer monsunu, dakle u proljeću i jeseni, a u to se doba javi i barometrički minimum na iztočnoj Indiji, koji seže daleko na jug. Cikloni indijskoga oceana postaju takodjer u području barometričkoga minima, prema kojemu puše jugo-iztočni passat, pa se sastaje sa sjevero-iztočnim passatom i zapadnim monsunom. Opazili su i to, da tropski vihrovi rado idu uz tople struje morske, zato je i dobio „Golfstrom“ u mornara ime „kralj vihrova“.

Koliko je tih vihrova poprieko u kojemu mjesecu godine, pokazuje ova mala tablica po Th. Reye-u:

Mjesto	Siečanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	Ukupno na godinu
Zapadna Indija i sjeverni dio atlantskoga oceana od god. 1493. do 1855.	5	7	11	6	5	10	42	96	80	69	17	7	355
Sjeverno indijsko more	1	2	4	9	14	6	3	5	11	17	11	5	88
Južno-indijsko more od god. 1809. do 1848.	9	13	10	8	4	—	—	—	1	1	4	3	53
Kinezko more god. 1780. do 1845.	—	—	—	—	—	2	5	5	18	10	6	—	46
Mauritius g. 1820. do 1844.	9	15	15	8	—	—	—	—	—	—	—	6	53

I ova tablica pokazuje, da na obim polutkama najviše vihrova pada na najtoplije mjesece u godini.

Težko gradu ili otoku ili u obće kraju, gdje hara ovakov tropski ciklon! Na kopnu nadje doduše više odpora nego na moru, ali ipak i tu hara nemilo, osobito na obali. Kuće, što ih nadje na svom putu, odtrgne od njihovih temelja; rieke potjera natrag k vrelu i voda se nakupi na jednom mjestu; stabla izčupa zajedno s korienjem i ciele šume poruši, a odkinute grančice i lišće ponese sobom; pače i travu i zelenje izčupa zajedno s korienom i odnese. Ostatci bezbrojnih stvari lete zajedno na stazi ciklona. Najstrašnije hara na obali kopna ili otoka, kad o njih udari svojom punom snagom, neoslabljenom još ni malo valovitim tlom kopna. Snagi se vihra pridruži naime i plima od vihra, koja zajedno s kišom, koja lieva kao iz kabla, za čas potopi nizke obale na daleko i široko. Nadje li na obali visoke gore, ne može preko njih i krajevi na drugoj strani ne stradaju ništa. Odkad je Columbus, prvi Evropejac, upoznao orkane Antilla, progutali su već tisuće brodova, što u lukama, što na morima, koja udaraju o obale Amerike, Kine, prednje Indije i na otoke indijskoga oceana. Gdjekoji je ciklon, n. pr. u Habani godine 1846. i u Kalkutti godine 1864., za nekoliko sati uništio više nego 150 velikih brodova, drugi opet, koji je udario o obale, kao n. pr. ciklon u delti Gangesa od godine 1737. zakopao je više nego 20.000 ljudi u tili čas. Nu i danas svaka godina ima svoje žrtve. Da spomenemo samo iz najnovijega vremena vihar na otocima Samoa od godine 1889. Nekoliko je njemačkih i amerikanskih brodova i englezki brod Calliope bilo usidreno u luci Apia, kad se od jednom digao strašan ciklon. More se u zalivu silno uzburkalo i dizalo u ogromne valove, koji su nemoćne brodove bacali tamo i amo, jedan o drugi ili o obalu ili napokon o plitčinu. Nekoji se razbiše, drugi potonuše, činilo se, da ne možeš umaknuti propasti. Dva su njemačka broda i jedna amerikanska korvetta bili već izgubljeni, kad se je kapetan Calliope odlučio na junački čin. Već ju je bilo bacilo prema „Vandaliji“, i činilo se, da ne će umaći sukobu s „Trentonom“. Sidro i strojevi ne mogoše da spase amerikanske i njemačke brodove. Nu kapetan je Kane znao snagu svoga stroja i svoje ljude! Odluči, da će odvezati sve konope i uzdajuć se samo u svoj parostroj poći proti vihru. Nastade kratka stanka; silni je stroj radio i Calliopa je stajala na mjestu mirna, dok je oko nje bjesnio vihar. Makar kako malena bila stanka, morala je biti strašna

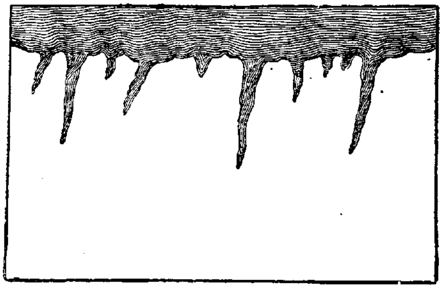
poradi neizvjestnosti, u kojoj su bili na Calliopi: na tom, što će se sada dogoditi, visio je život i smrt momčadi na njoj. Napokon se krenula Calliopa, polako kao puž, proti vihru iz luke, da na pučini morskoj nadje utočište. Kad je prošla kraj Trentona, zaori živi „vivat"; hrabri Američani, makar da su bili u smrtnoj pogibelji, znali su, što vriedi junačka odluka englezkoga kapetana. Trenton je zaista propao, nu momčad su spasli. — Odvažnost je englezkoga kapetana našla svoju nagradu: Calliopa je neoštećena izišla iz vihra; nu silni parostroj, koji je znao brod tjerati u običnim prilikama 15 čvorova na sat, mogao ga je proti biesu vihra da goni jedva jedan čvor na sat! I hrvatski bi hrabri mornari znali jamačno sa svojih putova po svem svietu pripovjediti gdjekoju zgodu ove vrste.

Nu najstrašniji je ipak od svih vihrova u novije doba bio orkan od 10. listopada g. 1780., poznat osobito s toga, što je uništio englezko brodovlje pod zapovjedničtvom Sir Rodneya. Zovu ga u povjesti „veliki orkan". Već nedjelju dana prije glavnoga orkana razorio je orkan u Jamaiki brodove „Scarborough", „Barbados", „Viktor" i „Phönix", dočim je opet brodove „Princess Royal", „Henry" i „Austin Hall" u luci Savanna la Mar odtrgao od sidra i potjerao u močvare, a kasnije tako daleko odturao na kopno, da su stanovnicima, koji su preživjeli nesreću, služili kao stanovi! „Veliki ciklon" pošao je s otoka Barbados na svoj strašni put. Na otoku nije ostalo niti jedno drvo, niti jedna kuća na svom mjestu. Zatim uništi englezki odjel brodova pod admiralom Hotsamom pred otokom „Santa Lucia", a otok je poharao sav: 6000 ljudi je poginulo u ruševinama. Vihar krenuo dalje prema otoku Martiniqueu, tu je uhvatio dvie francuzke fregate i 50 brodova, koji su prevozili 5000 vojnika: sve je propalo, tek se pet ili šest brodova spasilo! Na samom otoku nestalo je s lica Zemlje grada St. Pierrea i drugih manjih mjesta i 9000 je ljudi poginulo. Dalje je na sjeveru opustošio Dominique, St. Eustache, St. Vincent i Puertorico i tu je svagdje nestalo gotovo svih kuća, koje su bile vihru u putu zajedno s ljudima u njima. U Port Royalu razorio je sedam crkava i četrnaest stotina kuća, medju njima katedralu i bolnicu; u ovoj je 600 bolestnika izgubilo život. Na Santa Luciji dizao je ljude i životinje u vis i sobom nosio, a težak top prenio je 30 metara daleko. U Kingstownu na St. Vincentu stajalo je od 600 kuća samo njih 14, kad je svitao dan, a u svoj okolini ne bijaše ni lista

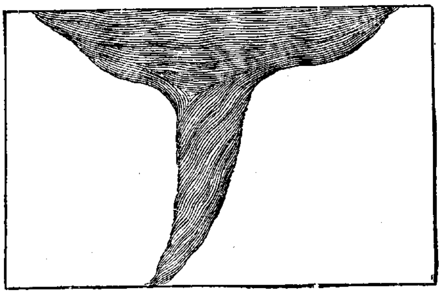
ni grančice na golom drvlju. S one strane Puertorica okrenuo se vihar na sjever prama Bermudama; akoprem mu je snaga pomalo bila jenjala, razorio je još nekoliko englezkih brodova, koji su se vraćali u Evropu. Na Barbadosu, gdje je počeo, bio mu je bies toliki, da ljudi, koji su pobjegli u podrume, nisu ni čuli, kako su im se nad glavom rušile kuće, niti su osjetili potrese, koji su se po službenom izvještaju Sir Rodneya javljali uz vihar. U takovu biesu elemenata prirodnih kao da se ipak nešto utiša bies ljudski. Englezi su se i Francuzi onda bili zaratili i svi brodovi, što ih je more tada progutalo, nosili su vojnike, kojima je bila zadaća, da se medjusobno kolju. Kao da je mržnje nestalo u onih, koji su preživjeli ovu groznu nesreću. Francuzki guverner Martiniquea poslao je 25 Engleza, koji su utekli smrti, englezkomu guverneru na Santa Luciji natrag uz primjetbu, da ih ne može da zadrži kao zarobljenike, jer su to postali katastrofom, koja je svima doniela nesreću!

Od grozota ovih velikih hurrikana zapadne Indije samo je jedan korak natrag do amerikanskoga tornada, koji tako često i nemilo biesni po kopnu sjeverne Amerike. Po visini i širini vrtloga nije doduše ni s daleka premac hurrikanu, nu zato opet možemo reći: težko kraju ili mjestu, kojim prolazi tornado! I to su silni mahovi vihra, koji zajedno s gustim oblakom, obično uz kišu ili tuču naglo lete, a vjetar se uz to živo vrti oko osovine ciklona. Mah vjetra na svakom mjestu kud prolazi tornado, traje jedva više nego jednu minutu. Prije nego dodje tornado, temperatura je uzduha u najnižoj vrsti uzduha neobično visoka, ljeti je silna sparina. Evo, kako se obično javlja. Malo prije nego će doći, pokazuje crn oblak, iz kojega ti se čini, da će sići tornado, živo komešanje. Cieli se niz resa načinio, koje vise iz oblaka, kako to pokazuje naša slika 108. Za desetak minuta, postaju i gube se, kao vile. Na koncu se čini, kao da jedna od tih resa poraste, pa se pruži k zemlji i sobom sastavi ostale. Postaje vrtlog, koji se spušta dolje, ali se veoma brzo vrti s desna na lievo. kako pokazuje slika 109. Kraj se još nješto niše tamo i amo prije, nego će se taknuti tla. Kad se je tornado primaknuo na 3 ili 4 engl. milje, već se tiče tla i sada razbiraš već jasno njegov urlik, koji zatjera strah u srce i najhrabrijemu. Pokazuje sada oblik naše slike 110. Oblak se je spustio na tlo i ondje opet razširio. Sve skupa ima oblik stupa ili obrnutoga stožca. Dolazi brzinom od 15 do 20 metara u sekundi. Jedan udarac, jedan prasak i meteor je prošao; iza njega ostaje pruga,

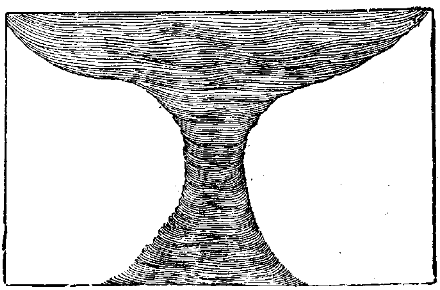
poprieko 700 metara široka, na kojoj je sve razoreno: kuće porušene, stabla izčupana ili polomljena, težke stvari dignute i na milje daleko odnesene; cieli je pojav više nalik na nenadanu, strašnu eksploziju, nego na pravi vihar; opustošena je pruga, dugačka kako kada: 3 kilometra do 1300 kilometara; ako je staza tornada duga, obično je pruga nekoliko puta izprekidana mjestima, gdje nema štete: čini se, da ih je tornado preskočio, netaknuv se ondje površine zemaljske. Središte vihra leti od prilike 48 kilometara na sat, dakle kao dobar željeznički vlak.



Sl. 108. Prvi pojav tornada.



Sl. 109. Tornado prije nego takne tlo.



Sl. 110. Tornado na tlu.

Da čujemo vidoke ovih vihrova! Dne 19. lipnja god. 1835. pohodio je tornado grad New-Brunswick. Prof. Beck gledao je sa svoga parobroda na rieci Raritonu, kako je postajao. Gust i veoma nizak oblak razširio se u priličnoj daljini kao crni zastor, spustio se u sredini kao lievak ili obrnuti stožac prema zemlji i malo se po malo sastavio s drugim stožcem, komu je podnica bila na tlu. Za malo se minuta promienio taj dvostruki stožac, pa se dizao sa zemlje stup, gore širok i nalik na erupciju vulkana. Ti se oblici stupa i dvostrukog stožca nekoliko puta izmieniše. Ponovno se vidjelo po uzvitlanoj prašini, po drvlju i drugim ostancima, da se uzduh giba u vrtlogu. O strašnim učincima ovoga tornada na nje-

govom putu od 82 kilometra, pripovieda Hare: Tornado srušio je svako pomično tielo na svojoj stazi, koja je bila 200 do 400 yarda široka i ponio ih sobom. Stabla, koja je zahvatio unutar svoje osovine, srušio je u smjeru svoje staze, a na stranama su ležale tako, da pokazivahu prema kojoj točki osovine. Kućama je odnio krovove, a nekojima je probio i stropove; drugima je kao kod eksplozije srušio zidove na protivnu stranu van. Dvie je stvari odredio Espy, a profesor Bache potvrdio, koje pokazuju, da postoji sisanje uzduha. U kući, izloženoj vertikalnomu učinku tornada, odnio je plahtu s kreveta i utisnuo u pukotinu, koja je postala na južnom duvaru, ta se začepila i plahta ostala u njoj. To se isto vidjelo i na ručniku, koji je ostao u pukotini na sjevernom duvaru. Nekoliko je stražarnica sasma odnio. Grede je odkidao od kuća i odnio do 400 yarda daleko i to smjerom, koji je bio baš suprotan smjeru srušenih stabala, kojih nije mogao da digne. Lakše stvari, šešire, daščice, grančice i lišće odnio je još mnogo dalje. U obće nije padala kiša, ali uz druga tjelesa, padalo je i kiše i tuče. Tornado trajao je na svakom mjestu tek nekoliko sekunda: jedan je farmer kazivao, da mu je sva šteta bila gotova, dok je od prednje strane kuće došao do stražnje; kad je zatvorio stražnja vrata sve je već bilo tiho. Kuća i štala bili su bez krova, a stabla su oko njih ležala porušena. Tutnjava, koja ga pratila, bila je po kazivanju svih vidoka, upravo strahovita: izporedjuju ga najradije s bukom velikoga broja težko natovarenih kola. Svako je tielo na njegovoj stazi bilo nabacano muljem na strani, s koje je dolazio; kuće kao da su nabacali mortom, a ljude nisu prepoznali od blata. Nešto je grmljavine i striela bilo uz tornado. Nekoja stabla, koja se oprieše prvoj navali, popadoše kasnije i ležahu na prvima. Slabija stabla ležahu odozdo i pokazivahu na stranu, s koje je tornado došao, jača ležahu odozgo i pokazivahu, kamo je tornado išao. Tek se nekoliko mjesta našlo, gdje sva stabla svojim krošnjama pokazivahu prema zajedničkomu središtu. Po oku sudio je Espy, da je visina tornada bila od prilike 1 englezka milja. Svi se pojavi po njemu slažu u tom, da pokazuju gibanje uzduha sa svih strana prema središtu, a u središtu samom jaku struju u vis.

I Hrvatska ima svoj tornado. Dne 31. svibnja g. 1892. digao se je kod Novske oko $4^1/_4$ sati po podne iznenada jak vihar, koji je skinuo 4 krova na željezničkoj postaji Novskoj, porušio jednu štalu, nekoliko vagona vlaka, koji je bio krenuo s postaje prema Novoj Gradiški, a jedan vagon čak digao u vis i preko telegrafskih žica

bacio 30 metara daleko u polje. Došao je od jugo-zapada i išao dalje na sjevero-iztok u šumu Bukovicu i okolinu, gdje je porušio do 150.000 hrastova i bukava. Iz glavne mase oblaka visjelo je više resa; dvije su se spustile do zemlje i od njih su se razvile po izvještaju Dr. Mohorovičića, koji je ovaj vihar opisao,* dvije vitlice, zapadna je digla jednu djevojku i porušila vagone vlaka, a iztočna razvila je punu snagu tek u šumi sjevero-iztočno od državne ceste. Razmak je obih tornada bio oko 1200 do 1500 metara, promjer zapadnoga u času, kad je razbacao kola vagona, oko 1200 metara, a iztočnoga oko 2300 metara. U času, kad je prolazio, smračilo se posvema, a od praskanja je sve tutnjilo. Put je iztočnoga tornada bio oko $3^1/_2$ kilometra. Brzinu, kojom se gibao uzduh u vrtlogu, računa pisac na 103 metra u sekundi. S početka je bila tiha kiša, nu ta se je pretvorila kasnije u jaku tuču.

U red ovih manjih, po obsegu, vihrova idu i kinezki tajfuni. Manji su doduše po svom obsegu od hurrikana, nu u posljedicama svojim strašni. U kolovozu godine 1862. prešao je n. pr. jedan preko grada Cantona i ostavio izmedju osam i devet tisuća mrtvih ljudi. Očevidac pripovieda:

Vihar je u Cantonu počeo oko 11 sati. Bilo je strašno pogledati rieku. Inače mirna voda pretvorila se u uzburkano more, valovi udaraju silnom snagom o obalu, nebo, oblaci i voda sive su boje kao olovo i tim je još strašnija ciela slika. Uzduh i voda kao da su se sasma pomiešali, ne možeš im pravo naći granice. Silnom tutnjavom lete i nose sobom užasnom brzinom tisuće čamaca, mnogi su izvrnuti i čestim sukobima razdrobljeni u sitne komade; medju njima gledaš ljudska bića, a da im ne možeš pomoći. Ali vihar ne hara samo na vodi: i na obali se ruše kuće i zidovi strašnom tutnjavom. Stotine su obitelji u jedan tren ostale bez krova. — Nebo se opet čisti, vihar nije trajao ni dva puna sata, došao je od sjevero-iztoka. I Sunce već probija kroz oblake, vjetar je stao naglo, kako je došao. Mrtva je tišina. Nu što je to? Slušaj samo! Prije nego što možeš da odgovoriš na to pitanje, vihar već navaljuje jače nego prije s protivne strane. Po rieki već plivaju tatovi, da robe, što mogu u njoj da uhvate iza predjašnjega vihra. Vihar ih zahvatio i svi platiše životom svoj nepošteni zanat. Predjašnje se scene ponavljaju, dok se nakon jednoga ili dva sata vihar opet ne slegne, a liepo vrieme nastupi.

Vidi: A. Mohorovičić: Tornado kod Novske. Rad jugosl. akademije. Knjiga 117. Zagreb 1893.

3.

Olmsted pripovieda ovaj zanimljivi pojav, koji nam liepo pokazuje, kako u uzduhu mogu postati dosta jaki lokalni vrtlozi. Na obali rieke Black-Warrior kod Tascalase u Alabami zapališe trstiku na plohi od nekih 25 jutara, na kojoj je bilo i nešto stabala. Čim se je vatra razširila, javiše se u najvrućem kraju vrtlozi uzdušni. Bijahu s početka dosta maleni, i sezahu tek nekih 12—14 metara visoko. Nu iza njih dodjoše veći, koji bijahu već 70 metara visoki. Jasno se lučio dim i plamen, koji se slagahu u stupove, od dima i vatre na garištu. Kad je požar već bio pri kraju, dizahu se još uviek vrtlozi u vis. U početku je požara puhao sjevero-iztok, nu čim se je požar nešto razmahao, duvao je vjetar sa svih strana k sredini vatre. Stupovi se dima dizahu 200 metara gotovo osovno u vis, i ondje najednoć nagnuše na stranu, pokazujući tako, gdje je sjevero-iztok nadvladao snagu vjetrova, što teku oko vatre u vrtlogu. Sva masa uzduha, koja je došla u područje vatre, pokazivaše tendenciju, da se vrti oko središta vatre, jer je bila sva puna manjih i većih vrtloga. Jedni se okretahu oko svojih osovina s desna na lievo, drugi s lieva na desno. Pače i isti je vrtlog znao obrnuti smjer svoje vrtnje. Kud i kamo jače vrtloge vidješe u Americi za ogromnih požara, kojima su tamo izkrčene prašume.

Kad je godine 1824. dr. Cowles kod Amhersta u Massachusettsu za liepoga i tihoga dana dao zapaliti sedam jutara izlučenoga drva za gradju i granja, sastaviše se dim i plamen u velik vrtlog, koji se dizao visoko u obliku stožca. Uz to se čuo na daleko jak urlik. Snaga bijaše vrtlogu tolika, da je veliko granje dizao sobom sa zemlje i daleko nosio sobom u vis. Kod erupcija se vulkana takodjer javljaju ovaki vrtlozi, puni pepela, koji se znadu do 600 metara visoko dizati. Očito je, da je u onim prilikama toplina uzrok jakoj uzdušnoj struji u vis, koja se na svom putu pretvara u vrtlog.

I bez vatre možemo često gledati ovakove vrtloge u manjoj mjeri za tihoga, vedroga dana u ljetu na našim cestama i trgovima. Dižu piesak i prašinu u vis i na njima se jasno već razbira gibanje uzduha u spirali oko jedne osovine, dakle je i to ciklon u najmanjem obliku. Gdjekada ne traje niti pol minuta. Nu možemo ih

vidjeti i takovih, koji se dižu 50 i 100 metara, pa se polako sele s jednoga mjesta na drugo i nakon kratkoga ih vremena nestane. Takovi se mali vrtlozi javljaju u svim stranama i mi ih skupljamo pod zajedničkim imenom pijavica ili vitlica. Nauka im daje ime trombe. Nisu uviek tako malene, kao čas prije spomenute. Kad narastu do većih promjera i visina, postaju liepi i ujedno strašni pojavi uzdušnoga oceana. Clarke je vidio takovih velikih pješčanih pijavica u ruskim stepama, Prževalski u srednjoj Aziji, Bruce u pustarama afričkim, Stephenson je ponovno gledao slične pješčane pijavice, koje se naglo okretahu oko svoje osovine na Gangesu; jednoć se jedna uz promjer od 4 metra dizala sve do oblaka. Visoke je i široke stupove takove vidio Lyons u Mexiki, Humboldt u stepama južne Amerike. Znadu ih i u Australiji, gdje su često porušile šatore ljudima, koji su tražili zlato. Bell veli o njima, da su „kanali, koji vode vrući uzduh s površine zemaljske u više vrste atmosfere“.

Mnogo je pogibeljnija od ovih neznatnih pijavica druga vrsta tromba, koja je poznata uz ime vjetrnih pijavica (Windhose) i morskih pijavica (Wasserhosen). Čine posebnu vrstu pojava u uzdušnom oceanu, odličnih s neobičnih svojih oblika i s nepoznatih zakona i sila, koje ih izvode. Nu i posljedice im znadu biti dosta neugodne, makar da ih ne možemo izporedjivati s užasom prije opisanih hurrikana, tajfuna i tornada. I haranje se njihovo zbiva često uz tako neobične prilike, da ih gotovo ne razumiješ, pa ih ne bi htio ni svrstati u isti red s opisanim meteorima. Dosta su riedak pojav u našim krajevima. Izučavao ih je osobito Peltier, nu ipak je na tom pojavu još dosta toga, što ne umije nauka da tumači. Pijavica ili tromba, — to možemo danas reći, — u obće je masa uzduha, koja se vrti okolo na okolo oko vertikalne ili nešto nagnute osovine; visina joj je spram promjera golema. Srednja pijavica visoka je oko 30 metara, a promjer joj je samo 3 metra. Snaga joj i veličina mogu biti veoma različne: od sitnih i slabih vrtloga na našim cestama dosižu gotovo do snage strahovitih tornada amerikanskih, pa je gotovo težko reći, gdje je granica izmedju uzdušne pijavice i tornada.

Evo kako se obično pojave. Donja se strana oblaka od oluje spušta k zemlji u obliku valjka ili stožca, dosta nalik na ogroman lievak, komu se široki otvor gubi u oblaku, a dugi vrat pruža gotovo do tla ili morske površine. Oblik mu je različan prema na-

*

mještaju oblaka i tla zemaljskoga, nu uviek se načini ciev od pare, koja sastavlja oblak s tlom Pod dolnjim se otvorom lievka uviek vidi živo komešanje na tlu ili na površini morskoj. Mornari ga izporedjuju vrienju vode, iz koje se dižu pare. Na kopnu se načini od prašine i lakih tjelesa tomu sličan dim. Dogodi se, da se dolnji vrtlog digne dosta visoko, a gornji spusti tako nizko, da se oba sastave u jedan stup, gore deblji nego dolje, i dosta često prozračan kao ciev, u kojoj se vide pare, kako se valjaju gore i dolje.

Kao da je priroda u ovim čudnim svojim tvorbama baš htjela da osobito iztakne svoju silnu moć: na oko malene, znadu silno poharati kraj, kojim prolaze. Polako se pomiču dalje, neobično i strašno ih zviždanje prati, savijaju se kao da su u grčevima, i unište sve, što im se opre na njihovu putu. Tlak od 400 do 500 kilograma na kvadratni metar nije ništa neobična. Zahvatiše čitava stada, ljude i rieke, pa ih digoše u veliku visinu. Krovovi se kuća digoše od tromba u atmosferu, zidove je utisnula, kao da je u nje silna gvozdena šaka. Svi se ovi pojavi u jakoj mjeri pokazuju samo onda, kada dosegne pijavica do tla zemaljskoga: povuče li se nešto u vis, nema ni haranja po zemlji.

Da ju bolje vidimo pri poslu, evo nekoliko primjera.

Lampadius opisuje uzdušnu pijavicu (trombu), koja je poharala mjesto Heinichen ovako: Dne 23. travnja god. 1800. mienjao je vjetar često smjer; nekoliko je težkih oblaka oluje bilo već prošlo, kad se oko 4 sata po podne od prilike pol milje od mjesta iz gustog oblaka spustila dugačka maglovita ciev, koja bi se opet natrag digla. Oblak išao dalje i ciev se ponovno spustila do zemlje i silnom brzinom letjela po njoj: oblak od prašine i podpuno razsulo pratilo ju na putu. Široka nekih 60 koraka, preletjela je za 8 minuta cielu njemačku milju. Što je ciklon na svom putu zahvatio, uništio je, a na rubu je njegovom bila podpuna tišina. U Dittersdorfu je n. pr. seljakinja gledala s prozora, kako se uz silan prasak ruši štala u susjeda, a da nije ni osjetila vjetra. U Arendorfu, gdje se je tromba spustila do zemlje, porušila je kuće ili krovove odniela; još je jača bila u Dittersdorfu; tu je porušila novo imanje, štagalj razniela na komade, štale razmaknula i masivnu zgradu za stanovanje razorila svu, osim lievoga krila, koje je za 3 lakta pomakla dalje. Krov i tavan sa žitom bacila je u bližnje jezero, zidove razderala, ni svodovi joj ne mogoše odoljeti, osim svoda u kuhinji, gdje su se ukućani srećom sakupili i spasili. Živad je dizala, bacala

po uzduhu i tim usmrtila. Na drugom je imanju ciklon porušio tri zgrade i još dvie kuće i onda si silom prokrčio put kroz šumu. Na 60 koraka širine nije ostalo niti jedno stablo niti jedan grm: sve je ili izčupao ili prelomio i za čas je bio gotov put kroz šumu! Nekoliko su stabala našli, olupljenih odozgo do dolje, na drugoj strani vode nekoliko stotina koraka od njihova mjesta. Prešla je i preko Etzdorfa, nedaleko od gradića Rosswein, srušila nekoliko kuća, drugima odniela krov i polomila uz put nekoliko velikih i jakih stabala. Napokon je vrtlog popustio, stup se oblačni izgubio, digavši uz put kočijaša i konje i bacivši prvoga u klanac, a konje u šikaru.

Dne 26. kolovoza god. 1826. harala je ovakova uzdušna pijavica po gradu Carcasonneu. U jutro je duvao vruć jug, a o podne se već sakupljahu na zapadu oblačine i vjetar bijaše jak; od jednom vidješe, kako se s raznih strana spuštaju oblaci na tlo, kao da ih nešto privlači. Mukla se tutnjava iza toga čula, koja se svršila praskom kao od groma. Još se čula ponovna detonacija i za čas vidješe, kako se s neba spušta k zemlji crvenkast stup, koji je sve uništio, na što je naišao. Vrtlog zahvatio je mladića od 17 godina, okretao ga i napokon mu glavu razbio o pećinu. Tromba je na svom putu izčupala najjača stabla, prevrnula zidove, velike pećine premjestila i napokon udarila na dvor. Tu je srušila najprije stupove od kamena na vratima i onda, počevši od krova, uz silni prasak strovalila sve katove dvora u kuću. Digla je napokon pod od sobe, smrvila jedan zid, bacila kola u jarak i izčupala nekoliko stabala. Zaudaralo je po sumporu. Napokon se spustila jaka kiša i nebo se razvedrilo. U Calcutti razorila je takova uzdušna pijavica 8. travnja god. 1833. 1200 ribarskih kuća i ubila 215 ljudi.

I u Hrvatskoj znamo — hvala Bogu riedko — za ovakove trombe ili kako ih takodjer zovu vjetrne pijavice (Windhose). U „Gospodarskom Listu“ od g. 1865. opisuje župnik Josip Šavor trombu, koja je harala dne 25. kolovoza god. 1865. u Velikom Bukovcu ovako: „Dne 25. kolovaza u večernje doba preživismo dosta hudih časova, koji će nam s groznoga svog užasa dugo ostati u pameti i s kojih nam još sada srce drhće i krv stine po žilah. Oko $^3/_4$9 na večer sakri se nebo u tmaste oblačine, i noć razastre crne svoje barjake, a od zapadno-sjeverne strane podiže se silan vihar uz nebolomnu prasku tuče, izpremiešanu tutnjavom groma, sievanjem munje i pucnjavom trieska. Strašnoj toj žestini bure ništa ne može odoljeti; kud duva,

padaju krovovi, lomi se najčvršće drveće kao slabašna trska, i sve što živi, gine i bliedi sa smrtnoga straha, ni ne misleći na drugo, nego da mu se živomu tu pod lomjem greda i stiena otvara grob, u kom će morat smrvljen i satrt izpustiti dušu. Bješe se uhvatila vjetrna pijavica iliti ošmrk (vitlica; Windhose), nevidjen kod nas pojav. — Iza 5—6 minuta groznoga tog bjesnila poleže vihar i tišina smrtna zavlada, ne čuješ glasa drugoga do pljuska guste kiše, koja kao iz kabla lieva. Munja za munjom ciepa redom tmasti mrak, i blistavim svjetlilom obasjava kadšto mrku tminu, te ljudi mogu ponešto razabrati tužne posljedice grozovite bure. Strepeći još od straha pomole lagano glavu izpod krova, kojim krov još ciel ostade; al imadu šta i vidjeti. Tu im se ukaže razvaljen štagalj posred dvorišta; tamo sa strane prebačen koš, ovdje štala bez krova, a krov razprskan na stotinu komada leži po bašči i ogradi. Voćke što s korienom izčupane, pače nekoje upravo vrhom doli, a korienom gore osovljene, druge opet po sredini kano tanka perca razlomljene. Povrću skoro ni traga po vrtovih, jer što ne utisnu silni vihar u zemlju, to ukopa nešto tuča, a nešto moćni pljusak od kiše. Ovako tužni i snuždeni s čemerna toga pogleda probavismo dugu crnu noć, čekajući željno biela dana, da nam pokaže svu strahotu, koju bješe počinio hudi vihar. Osvane jutro, i sunce sine u podpunoj gizdi uz težko uzdisanje i gorki plač nevoljna ljudstva. Da je srce tvrdje od kamena, bilo bi proplakalo, gledajući tolik rasap i poharu. Šteta je u svakom pogledu golema, ako je i ne znam u novcu ocieniti. Tko da prebroji porušene zgrade, razmrvljene i do trećeg četvrtog susjeda razbićene krovove, medju kojima ne osta poštedjen ni mjedeni (bakreni) krov tornja od župne crkve, s kojega mjedene ploče kao tanak papir savite i zgužvane u odaljenu Bednju bješe bačene. Tomu dodaj izprebijane svekolike plodine na polju i vrtu, po imenu i hiljade upravo ljetos liepim plodom nakićenih voćaka, navlastito jabuka i oraha, na kojih, čini se, kao da je htio vihar osobito svoju silnu jakost pokazati; jer pomanje ostadoše više manje neozledjene. Liepi i u pravom smislu rieči gospodski perivoj grofice Draškovićeve daje nam u manjoj mjeri živu priliku onoga rasapa i kvara, što ga je naniela strašna ta bura svoj okolici. Ovdje sada ne nadješ jednog drveta izmedju svekolike množine po pokojnom grofu Karlu znatnim trudom a još znatnijim troškom od svih strana nabavljenih i usadjenih riedkih stabala. Sve je tu okljesano, iztrgano, razlomljeno, izprebacano simo tamo, da nisi

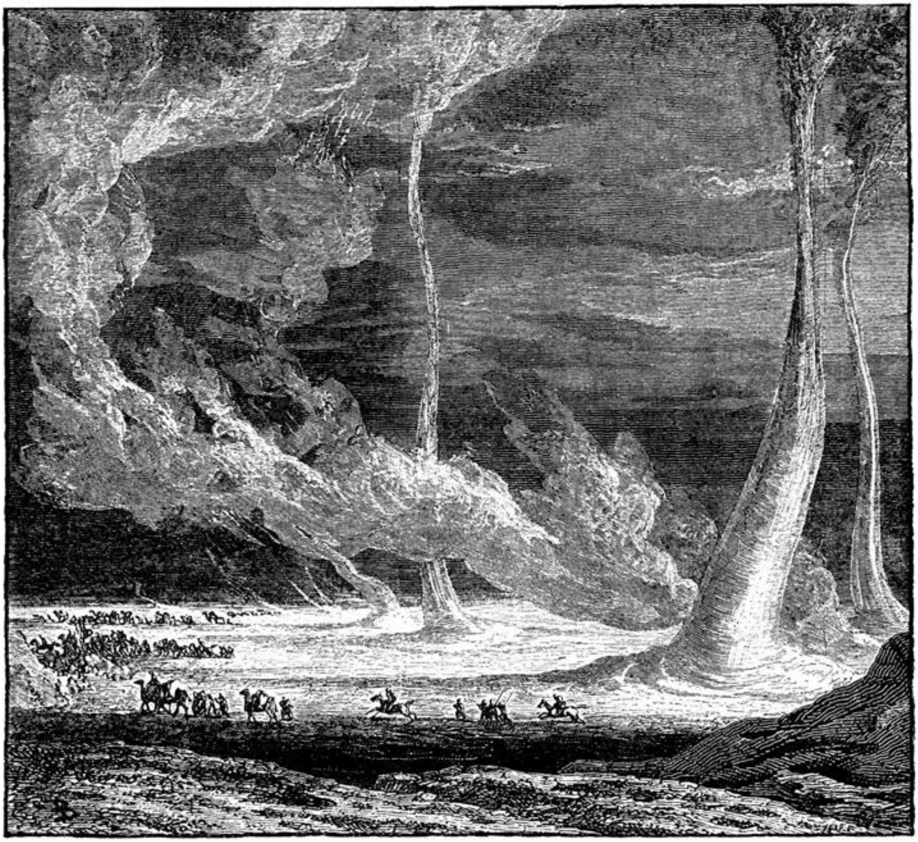
moguć ni pet koraka postupiti, a da ne nagaziš na zapreke, prečeće te dalje ići. Što po imenu ja najviše žalim, jeste onaj prekrasan redak (Allee) od divljih kestena pred gradom, u kojega gustoj sjeni sprovedoh mnogo sladkih časova, šećuć se onuda samcat u vrieme prosto od duhovnih poslova. Vječna je šteta takodjer za onaj skoro do koriena poharani plemenitim voćem nakićeni vrt g. Žbulja i za ukusnu baščicu g. Šmidta na Dubovici. Ovdje ne smijem premučati jedno, što će, znam dobro, mnogi s posmjehom čitati, drugi sliepomu slučaju pripisati, a ja baš ničemu drugomu, nego upravo ruci božjoj. Na humcu jednom nad ribnjakom u grofičinom perivoju namješteno je malo propelce s uljenicom, koja se više puta uz tjedan u stanovite večeri užiže: usried silne te lomljavine i kršljavine ostade propelo čitavo, dapače se niti na propelcu niti na uljenici ne vidi ni najmanja ozleda.

Gdje je ta grozovita oluja biesniti započela, kako li je daleko segla, toga za ovaj čas još neznam. Čujem samo, da je tamo preko Drave u Prelogu takodjer biesnila, i odanle popreko proletila stranu Sv.-Gjurgjanske župe, po imenu preko sela Struge, nad Vel. Bukovac, Županec, Vojvodinec, Ivanec nekamo dalje u krajinu prošla, ošinuv mimogred podobro i Koprivnicu, gdje ošteti krov na tornju župne crkve. Velika je milost Božja, što ova strahota ne trajaše ni 6 punih časova, i što je bila stisnuta u podosta uzak prostor od male pol ure širine. A bila je sreća i u tom, što se to dogodi u noćno doba, gdje je svaki jur uljezô pod krov; a da ga je stigla vani, bio bi za cielo mnogi zaglavio, tražeć utočište pred ošmrkom i tučom pod kakovim drvetom ili pod slabijim krovom, koji srušiv se utušio bi bio mnogoga, kao što je zbilja nekoliko glavah marhe i krmaka onako zaglavilo. Žalostno je bilo tu gledati sutra dan ciele hrpe skapanih ptičica oko drveća i kuća, koje po svoj prilici šumom bure iz mirovnih svojih gnjezda zaplašene, tražijahu zaklon na drugom mjestancu, a u mjesto toga nadjoše smrt. Ni danas jošte nije vidjeti nikakove ptice, ni vrebca, ni svrake, osim po gdjekoja lastavica, valjda u sigurnijem mjestu bivši zaklonjena.

Da me tko pretjeranošću u opisu groznoga tog večera ne obiedi, hoću za malen primjer navesti mojih šest ogromnih redom nuz vrtni plot usadjenih jablana i do sedam velikanskih oraha u voćnjaku, koji svi, silom bure s korienom iztrgnuti, ostaviše rupe do 2 hvata duboke, a do preko 3 hvata široke, iz kojih bijahu zajedno sa zemljom držećom se korienja izčupani. Korienje preko

$1^1/_2$ stopu debelo popuca kao tanke niti od predje. Ovo neka bude dokaz, da sve, što tu napisah, slaba je samo sjena od užasnoga toga večera".

U pjeskovitim krajevima Afrike i Azije se gdjekada putnici sukobe s uzdušnim pijavicama, koje su pune pieska, zato ih zovu



Sl. 111. Pješčane pijavice.

pješčane pijavice (trombe de sable, Sandhose). Znadu se dignuti sve do oblaka, vrte se naglo i previjaju kao zmije. Ovakov veoma zanimljivi pojav pokazuje naša sl. 111. s puta W. Atkinsona na granici rusko-kinezkoj.

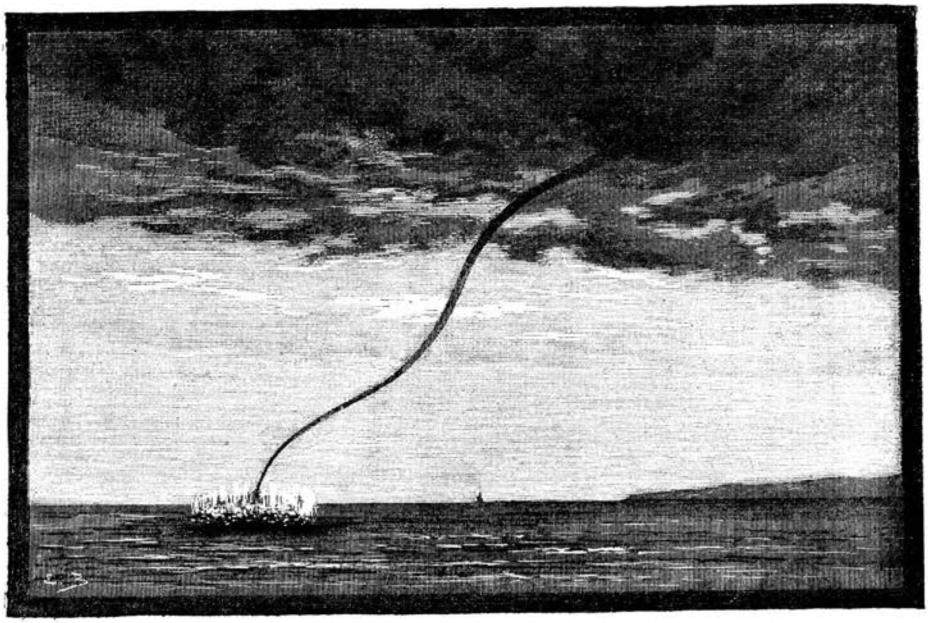
Ide li tromba po vodi, osobito po moru, pretvara se u vodenu pijavicu (trombe marine, Wasserhose). Osobito se često

javljaju na morima u pojasu kalma, medju otocima indijskoga mora, na obali Guineje; ima ih medjutim i sredozemno i crveno more, a zna se nekoliko slučajeva i s iztočnog mora, pače i s jezera švicarskih; n. pr. 4. srpnja god. 1872. vidješe na Bodenseeu u isti mah tri vodene pijavice. Kad predje vjetrna pijavica s kopna na vodu, pretvara se redovno u vodenu, ali i obratno. To se opazilo zaista na Rajni izmedju Koblenza i Bonna, i u tom je dokaz, da je to za pravo jedan te isti prirodni pojav. Evo kako ju opisuje Napier, koji ju je gledao na pučini morskoj. Dne 6. rujna god. 1844. baš je vidio u 30° 47′ sjeverne širine i 62° 40′ izt. dužine od Greenwicha, kako postaje taj meteor. Uzduh je bio mutan i sparan, na južnoj strani bijahu težki oblaci nizko na nebu. Vjetar se mienjao i gdjekada bi palo nekoliko kapi kiše. Najednoć se podiže voda u vis kao cilindar dosta maglovit. Podnožje je trombe išlo na jug, rastući sveudilj u visinu i širinu, i dižući se u spirali put oblaka. I oblaci se spuštahu, da se s njom sastanu. Nekoliko je minuta tromba stajala na svom mjestu, od prilike milju (morsku) od broda. Na podnožju joj kao da je kuhala voda i izparivala te se uz jak šum izlievala u oblak nad sobom. Čas se kasnije obrnula tromba baš proti vjetru i udarila na brod. Brod se odmah odmicao, nu pojav je ipak tik njega prošao. Izpališe nekoliko hitaca u trombu; jedan ju probušio od prilike u trećini visine; oba diela se nešto uznjihaše, kao da ih vjetar ziba, nu za par se časaka opet sastaviše. Tek se kasnije razplinula u ogroman crn oblak, koji je u velikim težkim kapljama svoju vodu izlio u more. Najveća visina, do koje je dosegla, bila je 550 metara.

Našim čitateljima pokazujemo u sl. 112. jednu od šest pijavica, što su ih iz San Rema vidjeli na sredozemnom moru dne 13. veljače g. 1885. Curtis i Braddon. Kao zmija se spustila iz oblaka u dužini od 2 kilometra; ciev joj bila pet puta tako široka kao stup Vendôme u Parizu, a more se oko njezina podnožja okolo na okolo uzdiglo kao košara, šest puta šira od Vendômskoga trga i četiri puta viša od stupa.

Što je za pravo ovaj neobični pojav u našoj atmosferi, još nije posvema jasno. Čini se po svemu, što se do sada opazilo, da su trombe ili pijavice svake vrste u svezi s drugim oblikom vihra, koji je mornarima dobro poznat uz ime b ö e. To je veoma žestok udarac vjetra, koji kratko vrieme traje. Sruši se redovno iz crnog oblaka, koji je dolje okrugao, i leti k zemlji i morskoj površini uz jake

električne pojave. Böe su po tom časovite i nagle uzdušne struje dolje, kao da je nešto iz oblaka veliku masu uzduha gurnulo dolje k zemlji. Zašto se to dogadja, opet se pravo ne zna, nu čini se, da utječu dvie stvari: jaka kiša, koja sobom povuče uzduh, ili pako hladan uzduh, koji struji iznad vrućega. U oči udaraju promjene temperature i tlaka kod böe. Termometar zna pasti za 2° do 7°; barometar se pako digne u 20 do 30 minuta za $^1/_4$ do 2 milimetra, a poslije pojava opet pane do svoje predjašnje visine. Najviše je



Sl. 112. Morska pijavica na sredozemnom moru, vidjena iz San Rema dne 13. veljače god. 1885. (Slika po prirodi.)

böa u morima iztočne Indije, tamo su i najjače, pa djeluju kao vihrovi. Slabijih ima i u drugim morima. Najopasnije su mornaru böe na moru oko Antilla i na zapadnoj obali tropske Afrike, gdje su dobili radi svoje velike žestine ime „morski tornado". Često su vidjeli, da izpred böe pleše po nekoliko vodenih pijavica, pa se po tom i sudi, da su oba pojava u nekakvoj, do sada još nerazjašnjenoj, svezi.

4.

Uz sve pojave neobične i strašne, što ih opisasmo čitateljima u predjašnjim redcima, javlja se redovno jedan od najveličanstvenijih pojava u našoj atmosferi, koji se duboko kosne svakoga čovjeka, osobito, kad ga gleda noću: to je striela i grom. Kad god se izlieva na zemlju jaka i nagla kiša ili tuča uz sievanje striela i grmljavinu, velimo, da se je spustila oluja. Kišu u njoj razumijemo, makar kako jaka i nagla bila, nu još nam ostaje pitanje: a što je striela? što je grom ili grmljavina? Jaki cikloni u srednjem i vrućem pojasu sobom nose uz vihrove, težku kišu i uzburkano more, obično strielu i grom. Kaki je taj pojav u tropskim krajevima, o tom mi nemamo prave slike i ona se riečima težko može opisati: to treba, vele, doživjeti, što je oluja u tropskim krajevima!

Nu i kod nas se dogodi, da striela ubije čovjeka.

Opravdano je dakle pitanje: kako postaju oluje, odkuda u oluji žarka i strašna striela?

Oblaci su oluje veoma karakterističnoga oblika i jamačno nema gospodara, koji ih ne bi znao. Obično su to osobiti cumulusi (gomile) na dolnjoj strani sivo modri. Dok im je dolnja strana obično ravna, gore su razderani i neravni. S početka su maleni, nu rastu veoma naglo, pak nam se čini kao da rastu iz sebe i zastru za čas cielo, čas prije još bliedo modro nebo. U oči udara neobična boja njihova i razsvjeta: gdjegdje su tamno sivi, a tik uz te partije naći ćemo žutkastih pruga, dalje tamno modrih; cieli kraj dobiva od njih neobičnu razsvjetu, koja se čovjeka veoma neugodno dojimlje. Oblaci ovi nisu debeli: već su ih vidjeli, koji su imali 38 metara, pače samo 9 metara. Srednja im je visina 1500 metara, nu bilo je već oluja, kod kojih je oblak bio iznad zemlje samo 200 metara, pače samo 30 metara.

U tim se oblacima skupi velika množina elektriciteta, koji djeluje na oblake u okolini i na tlo zemaljsko, ako su oblaci dosta nizki, i razstavi u njima pomiešane elektricitete: protivni privlači, a isti odbija. Dosegne li napetost elektriciteta u oblaku dosta veliku snagu, svladat će elektricitet odpor uzduha, i sastavit će se s protivnim elektricitetom: striela ili munja je sievnula, a iza nje čujemo grom. Kako je striela električan pojav, nije ovdje mjesto, da o njem na tanko razpravljamo. Tim je manje to nuždno, što

članovi „Matice“ imaju u rukama piščeve „Crte o magnetizmu i elekricitetu“,* gdje se o tom pojavu obširnije razpravlja. Ovdje nas zanima posebice pitanje: kako postaju i kako se šire oluje? Što do sada znamo, postaju oluje najradije uz visoku temperaturu i veliku množinu vodene pare u uzduhu. Ako je negdje tlak uzduha najednak, dakle uzduh miran, uzdižu se nad ugrijanim tlom vrste uzduha s istom temperaturom do veće visine, nego u okolini. Uzduh visoko gore odtiče na sve strane: postaje na onom mjestu barometrička depresija. Ta depresija ili sama postoji dalje, ili se još razširi ili se napokon priključi kojoj drugoj depresiji, ako je blizu nje, kao sporedna (sekundarna) depresija. Kako se razvija depresija, nastaje i žešća struja uzdušna u vis, koja gdjekada zna dosegnuti snagu vihrovite böe. Poradi oborine, koja pada ili kao kiša ili kao snieg, ohladi se uzduh na stražnjoj strani depresije dosta jako i to najviše u visini od 500 metara od prilike. Uz ove se uvjete najradije, kako se čini, razviju oblaci oluje. Prije oluje obično padaju tlak i vlaga uzduha, a temperatura raste. Kad oluja počme, prva su dva elementa najmanja (minimum), a temperatura je najveća (maksimum). U tom času počmu tlak i vlaga naglo rasti, a temperatura baš tako brzo pada.

Kad je kraj oluji, pokazuju tlak uzduha i vlaga opet maksimum, a temperatura minimum. Jakost je vjetra prije oluje malena, raste brzo za oluje, pod konac je najveća, a iza toga naglo pada. To je redovni razvitak oluje, kako ga crta Ferrari, koji je osobito proučavao oluje u Italiji i Alpama. U noćnim, dosta riedkim, olujama se sve ove faze ne iztiču tako jasno, nu zato i treba znati, da nam postajanje tih oluja danas još i nije posvema jasno. Nu bit će svakako i ovdje povod razlike u temperaturi, koje se i noću mogu pojaviti, ako je negdje nebo vedro, a drugdje oblačno, pa se toplina izbijanjem različito gubi u svemir.

U našim krajevima dolazi najveći broj oluja s velikim vrtlozima iz atlantskoga oceana i javljaju se obično na južnoj strani tih ciklona, gdje je uzduh topao i vlažan. Mohn ih je poradi toga okrstio imenom oluje od vrtloga. Na drugoj su strani manje oluje više mjestne naravi, koje u ljetu postaju za vrieme jake vrućine. Zove ih oluje od topline.

Da je zaista obim vrstama povod visoka temperatura i velika množina pare u uzduhu, potvrdjuju vulkaničke oluje. Iz kratera

---

* O. Kučera: Crte o magnetizmu i elektricitetu. Zagreb. 1891. str. 113.—129.

se diže vruća vodena para za provale vulkana i razlije se po uzduhu u okolini; kad se ohladi, postaje od nje oblak, koji je oko stupa od pepela, visokog gdjekada nekoliko stotina metara. Naglo sgušćivanje pare i oblak velikog obujma nakupe veoma napet elektricitet u oblaku, pa dodje do oluje. Ne vidimo samo striele kako lete na sve strane, nego razbiramo i točno možemo razlučiti grmljavinu oluje iznad vulkana, od triesa i pucanja u krateru njegovom. Na Vesuvu su takovih oluja zabilježili god. 1182., 1631., 1707., 1767., 1779., 1794., 1822., 1861. i 1872.

Prema tomu očekivati možemo osobito velik broj manjih oluja u kraju, u kojemu je prilike jakomu grijanju tla a uz to i obilnomu razvijanju pare. Takovi se krajevi, n. pr. vlažne nizine izmedju većih jezera i sjevernoga ruba Alpa, zovu po Bezoldu „ognjišta oluja“ (Gewitterherde).

Kako idu oluje? Zna svatko, da se oluja seli s jednoga mjesta na drugo. Ferrari u Italiji, a Bezold i Lang u Bavarskoj osobito su se bavili oko toga pitanja. Rezultat je tih studija, da se oluje gibaju u smjeru glavnoga vjetra, dakle u Evropi od zapada k iztoku. Sastavimo li na karti sva mjesta, gdje se u odredjenom času čuo posljednji i prvi grom, izlazi, da se oluja seli obično na čitavoj jednoj liniji, koja je okomita na smjer oluje; oluje se dakle redovno sele u dugačkoj, ali uzkoj fronti. Dok joj je dužina 300 i više kilometara, širina joj je oko 40 kilometara, najviše 80. Jednim su olujama fronte gotovo uzporedni pravci, a drugima koncentrični krugovi, kao da izlaze iz jedne točke, pa se šire od nje na sve strane. Prema tomu ne smijemo oluju smatrati gotovim pojavom t. j. hrpom oblaka, koji šalje striele i dalje seli, dok se ne izpuca, nego pojavom, koji se neko vrieme sveudilj obnavlja prema tomu, kako gdje nadje zgodne prilike. Razumjet ćemo sada i to, da ista oluja nije na svim mjestima jednaka, pače da ima i mjesta, preko kojih preskoči.

I o brzini, kojom se oluje sele, znamo već nešto pouzdana. Van Bebber je našao za velike oluje, koje se javljaju uz barometričke depresije, da je brzina ljetnih oluja u Italiji 34·1 kilometara, u južnoj Njemačkoj 41·1 kilometara, u Francuzkoj 41·3 kilometara, u Norvežkoj 38 kilometara na jedan sat.

Poradi prilične štete od oluja u našem umjerenom pojasu, izpitivali su stručnjaci i to, kada se najradije javljaju oluje, pa su našli i za to zanimljivih podataka. Jasno se ističu za oluje dvije

periode: dnevna i godišnja. Najradije se javljaju po danu izmedju 3 i 6 sati po podne. Nu i u noći je još jedan maksimum; osobito zimske oluje postaju rado noću. Za godišnju periodu izlazi u umjerenom pojasu, da su oluje najčešće u mjesecima lipnju i srpnju. Izuzetak su samo atlantske obale sjevero-zapadne Evrope, gdje raste broj zimskih oluja, pa onda Island i sjevero-zapadna Škotska, gdje je pače zimi više oluja nego ljeti.

Obadjemo li napokon cielu kuglu zemaljsku s pitanjem: kolik je poprieko broj oluja na godinu dana u raznim zemljama, ne naazimo danas još pouzdanoga odgovora. Niz je opažanja do sada manjkav. Evo po Fritzu i Van Bebberu male tablice, kako bi se i u tom pitanju bar donekle snašli.

Broj dana s olujom na godinu dana.

Francuzka (južna)	16	Švedska	8
Francuzka (sjeverna)	17	Norvežka (jugo-iztok)	7
Švicarska (sjeverno od vis. Alpa)	19	Norvežka (jugo-zapad)	6
Švicarska (visoke Alpe)	7	Norvežka (sjever)	2
Hollandija	18	Finland	2
Belgija	21	Velika Rusija (sjeverno od 60°)	10
Italija	38	Velika Rusija (južno od 60°)	23
Grčka	31	Mala Rusija	9
Ugarska, Hrvatska i Slavonija	22	Ural	25
Austrija (južno od Dunava)	23	Georgija (Tiflis)	25
Austrija (sjeverno od Dunava)	24	Altai	19
Bavarska (južno od Dunava)	21	Borneo	54
Bavarska (sjeverno od Dunava)	20	Java	97
Saska	17	Egipat	riedko kada
Pruska Šlezka	21	Savezne države (sjeverno od 40°)	33
Hannover	15	Savezne države (južno od 40°)	38
Zapadna Pruska	13	Zapadna Indija	36
Velika Britanija	8		

Proučimo li ovu tablicu, izlazi, da je sve manje oluja (u obće), što dalje odlazimo od ekvatora naše kugle; ali broj oluja ne opada ni malo pravilno, jer visi jako o temperaturi, vlagi i oborini krajeva. Najviše je oluja u pojasu kalma oko ekvatora, gdje tople i vlažne mase uzduha uzlaze u gotovo tihoj atmosferi velikom brzinom; tamo puca i grmi od do po dana do pod večer, dočim su noći obično vedre. Slične su prilike u obim tropskim pojasima za vrieme njihovih kiša, kad je prestao duvati passat: gotovo se

svaki dan javljaju težke oluje. Passat sam prieči, da postanu uzdušne struje u vis i poradi toga ne mogu da se razviju lokalne oluje dok puše passat. U umjerenom su pojasu oluje rjedje, i u glavnom se javljaju u vruće doba godine. U ledenim polarnim krajevima ne čujemo više nikada grmljavine. Najdalje na sjever se oluje javljaju, što znamo u Evropi, na sjevernom rtu u 71. stupnju širine, a za osobito vrućeg ljeta čak u Karijskom moru i na zapadnom Spitzbergenu oko 77. i 78. stupnja širine!

Spomenimo se na koncu još nekojih zanimljivih novijih odkrića o olujama u Njemačkoj, koje su našli Hellmann i Bezold. Prvi je našao, da je pogibelj od striele (za požar) tim manja, čim je više kuća na okupu. U Pruskoj je pogibelj na ladanju 5 puta veća, nego u gradovima. Od milijuna ljudi ubila je striela od godine 1869.—1883. u Pruskoj 4·4, Francuzkoj 3, Švedskoj 3·1 čovjeka.

Čudna je činjenica, da je u Njemačkoj za posljednih 50 godina broj striela, koje su udarile u zemlju, znatno narasao: u Bavarskoj n. pr. je narasao na trostruko!

Nu ovo su sve tek početci obširnijih studija o olujama i strieli. Dalje izpitivanje tih pojava. koje se baš sada u nauci razvija, donieti će jamačno novih još zanimljivijih rezultata i pokazat će, utječu li išto nebeska tjelesa, u prvomu redu Sunce i Mjesec na naše oluje. Današnja nauka u tim pitanjima ne zna baš nikakova odgovora.

X.

O pogadjanju vremena.

Pitanje o pogadjanju vremena u staro doba. — Metonov kalendar i stupovi u Ateni. — Astrometeorologija. — Liber de natura rerum (Knjiga o prirodi). — Megendorffov „Buch der Natur". — Znaci vremena: konstelacije zviezda, atmosfera, životinje i biline. — Practica i Prognostika. — Stoljetni kalendar. — Falbovo pogadjanje vremena. — Novije doba: termometar i barometar. — Klimatički karakter vremena. — Sinoptička karta. — Novije pogadjanje vremena. — Mjestna lokalna prognoza vremena. — Prognoza na temelju sinoptičkih karata. — Uspjesi dosadanji prognoze vremena.

Koliko si već puta, čitatelju, o zahodu sunca zamišljeno stajao pod svodom nebeskim, motreći liet oblačića, pak se zapitao: kakovo li će sutra, prekosutra biti vrieme? Hoću li na putu pokisnuti? Hoće li nam se zamišljeni izlet s neprijazna neba izjaloviti.

Ovako su i pred 2500 godina stajali i predji naši pod svodom nebeskim, i njihovu su dušu oblietala pitanja ove ruke, ako i ne toliko s razloga užitka, koliko od potrebe u težkoj borbi životnoj.

Pa od onih drevnih vremena, kad je Meton u Ateni motrio liet oblakâ i smjer vjetrova, pa do dana današnjega još uviek stoji pred umom čovječjim neriešen veliki problem o pogadjanju ili prognozi vremena.

Kakovo će vrieme biti bližih dana? Kakovo će biti u pojedinim tjednima mjeseca, kakovo u svim mjesecima godine, to bijahu i jesu pitanja, koja osobito zanimaju seljaka i neuki sviet, te se on najradje maša za knjižicom, koja će ga o tom u kratko poučiti —

a to mu je kalendar. Nema li u njem ovoga proricanja, kalendar ne valja*.

I zaista, uzmemo li još danas u ruke kakov pučki kalendar, n. pr. Danicu, naći ćemo ondje na tanko za cielu godinu izpredeno proricanje vremena, naći ćemo pače i to, da će na dan 30. veljače god. 1898. biti „oštar zrak, hladno!“

U svakom selu, u svakom gradu naći ćemo svakovrstnih proroka vremena; svaki imade svoje posebne znakove, po kojima proriče promjene vremena: jednoga bole kurja oka, drugoga kosti, trećemu se dim na osobit način spušta, četvrtomu je žabac u boci najbolji prorok, a u najnovije je vrieme glasoviti Falb već složio „kalendar kritičnih dana“ za cielu godinu.

Uzdušni je ocean zaista prevrtljive ćudi, pa što ga više motrimo glede promjena u vremenu, sve nam se više čini, kao da tu nema nikakova reda, nikakovih zakona, a ipak je i uzdušni ocean, što oklapa zemlju od prilike 80 km. visoko, tek jedan dio prirode, za koju znamo, da se u njoj sve zbiva po stalnim i vječnim zakonima.

U oči ove silne prevrtljivosti uzdušnoga oceana je li čudo, da je duh ljudski više nego 2000 godina svakamo lutao, dok je napokon danas prispio do spoznaje bar jednoga diela istine.

Lutanje čovječjega duha u ovom pitanju čini nam se toliko zanimljivim, da smo ga radi našim čitateljem ocrtati: neka vide i tu trud i napor roda ljudskoga oko spoznaje istine, neka u tim crtama nadju sitan prilog kulturnoj historiji roda ljudskoga.

---

* Evo primjera: U Pruskoj je izlazio kalendar pod nadzorom akademije nauka Berlinu i u njem je bilo svake godine po tako zvanom „stoljetnom kalendaru“ proricanje vremena za svaku godinu. Tako je bivalo sve do g. 1779. Te godine reče akademija u predgovoru: „Akademija je držala za shodno, da u dosadašnjoj uredbi kalendara izvede promjenu. Nije mogla više da gleda, kako se prosti, neuki čovjek zavarava neosnovanim proricanjem vremena, nepotrebnim označivanjem dana, za koje bez ikakova razloga mišljahu negda, da su osobito dobri za puštanje krvi, metanje kupica, odbijanje djece itd., a i drugim bedastím stvarima. S toga je zapovjedila, da se sve ove ludorije izostave.“

Mjesto toga dobio je novi kalendar „koristne i ugodne stvari za pouku seljaka i gradjanina“. No, što se dogodilo? Na sajmovima, gdje se u knjigovežkim kolibama prodavao novi kalendar, nastalo mrmljanje, psovanje, vikanje a i izsmjehivanje, a konac — narod kalendara nije kupovao.

Učena akademija, koja je imala svoj glavni dohodak od prodaje kalendara, morala je popustiti: kalendar za g. 1780. proricao je i opet vrieme za cielu godinu kao i prije.

1.

Obično misle, da je pogadjanje vremena po raznim znacima na nebu, u uzduhu i na zemlji mladjega podrietla, — da potječe iz srednjega vieka. Historično je iztraživanje pitanja ipak pokazalo, da je kud i kamo starije. U novije vrieme nadjeni dokumenti klinovoga pisma učinili su vjerojatnim, da su već stari Babilonci po nekim znakovima na nebu proricali vrieme. No za stalno znademo, da je Meton, glasoviti reformator grčkoga kalendara u 5. vieku pr. I., u svom 19-godišnjem kalendaru priklopio izhodu i zalazu mnogih osobito sjajnih zviezda vjetrove i promjenu vremena — ἐπισημασίαι —, koji da ih redovito prate u podneblju atenskom.

Iznajprije dakle držahu izhod i zalaz nekih odredjenih zviezda viestnicima ili signalima za izvjestne promjene vremena. A to je donekle i opravdano, jer se tečajem sunčane godine neke glavne promjene vremena zaista zbivaju uviek u isto doba. Ako si dakle motrenjem saznao, kako zviezde u to doba na večer izlaze ili zalaze, mogao si zaista izhod ili zalaz tih zviezda zabilježiti kao signal za tu odredjenu promjenu vremena,

Metonov 19-godišnji kalendar sa svojim poprečnim podatcima o vremenu, vezanima na izhod i zalaz odredjenih zviezdâ, kao da se je Atenjanima vrlo svidjao, jer od tada više ne bijaše kalendara bez njih, pače i na posebnim stupovima (στῆλαι po Elijanu) izlagahu u Ateni ovaj kalendar za upotrebu publike — a to su prvi početci naših modernih meteorologičkih stupova u većim gradovima.

No naskoro se — valjda utjecanjem iztoka — pobrkalo značenje zviezda u podatcima o vremenu: zviezde ne bijahu više signali, da će nastupiti odredjene promjene vremena, nego postadoše uzroci tim promjenama, koje se vjerovanje uzdržalo sve do naših dana s tom razlikom, da su ljudi zviezde stajačice po malo zamienili velikim planetima, pak u njihovu medjusobnom položaju i u položaju prama Zemlji tražili uzroke gotovo svim promjenama vremena. Tako je postala astrometeorologija, jedan od glavnih dielova astrologije.

Proti ovomu, ničim neopravdanomu i u tisuću slučajeva oprovrgnutomu sujevjerju dizali su se u svako doba razboritiji ljudi. Već pol vieka pr. I. piše proti njemu Geminos, grčki astronom i meteorolog u svom djelu „Εἰςαγωγὴ εἰς τὰ φαινόμενα“ (Uvod u

astronomiju) veleći, „da izhodi zviezdâ nisu uzroci promjenama vremena".

No uzprkos svim napadajima uzčuvala se je vjera, da su zviezde, napose planeti i Mjesec uzroci svim promjenama u atmosferi, pače i sretnim ili nesretnim dogadjajima u životu cielih naroda i pojedinih porodica. Preko Arapa prenesena je ova nauka u srednjem vieku medju kulturne narode zapadne Evrope i uhvatila je ovdje tako silno korienje, da se je u tih naroda razvila ciela pučka literatura, osnovana na krivoj nauci o svezi izmedju položaja zviezda i promjena vremena. Ta je literatura jedan od najžalostnijih primjera, kuda li može zalutati duh ljudski polazeći sa krive predpostave. Nekoliko primjera iz ove astrometeorologičke literature srednjega vieka neka nam ovu tvrdnju podkriepi.

2.

Negdje oko polovice 13. vieka postala je latinska knjižica: „Liber de natura rerum" (Knjiga o prirodi), koja se je po zapadnoj Evropi naglo širila i po vremenu prevodila u različne jezike uz kojekakove dodatke i promjene. Dugo joj ne znadjahu pisca, dok g. 1719. ne dokaza dominikanac Echard, da ju je napisao učenik Albertus-a Magnus-a Thomas Cantimpratensis iz Belgije.

Danas je ova knjižica velika riedkost: tek najveće knjižnice čuvaju nekoliko rukopisa (n. pr. Pariz, Utrecht, Krakov). Mnogo je poznatiji njemački prievod te knjižice, koji je postao 100 godina kasnije pod naslovom: „Das Buch der Natur", a napisao ju je neki Konrad von Megenberg. To je u njemačkoj literaturi bio prvi prirodopis, a osim toga je znamenit kao stari spomenik njemačkoga jezika, te su ga mnogo proučavali germaniste. Već u 14. vieku bila se ova knjižica razširila po čitavom njemačkom narodu, pa je valjda uz sveto pismo bila u ono doba najviše čitana knjiga. Štampana je prvi put g. 1475. i doživjela je do polovice 16. vieka, gdje su ju po malo zaboravljali, priličan broj izdanja.

Evo sadržaja toj zanimljivoj knjižici, koja nam u neku ruku sumarno pokazuje tadašnje znanje i mišljenje o prirodi:

1. Von dem Menschen in seiner gemeinen Natur.
2. Von den Himeln und den siben Planeten.
3. Von den Tieren in ainer gemain.

4. Von den Paumen.
5. Von den Kräutern.
6. Von den edeln Stainen.
7. Von dem Gesmaid.
8. Von den wunderlichen Prunnen.

U drugom je odsjeku govor o vremenu, dakako u svezi s planetima. Uzdušno se carstvo dieli na tri sloja: gornji, vatri najbliži, topao je i suh; srednji je hladan, a dolnji opet topliji, jer se sunčana toplina odrazuje od zemlje. U gornjem sloju, koji je viši od svih bregova, vidiš gdjekada novu zviezdu, koja ima rep (kometi) u srednjem vidiš kojekakve vatre (kriesnice, meteore . . .), a u dolnjem prâve meteorologičke pojave, kao: kišu i snieg, tuču i munju; čuješ grmljavinu i s njom pada kamenje; gdjekada padaju pače žabice i ribice. Vidiš i razne vjetrove, gdje lete uzduhom, dugu, kolute oko Mjeseca i Sunca, gdjekada i dva i tri sunca.

Po tom se svi ti pojavi tumače čitatelju; kako, neka nam pokaže tumačenje oluja i vrtlogâ u uzduhu i vodi.

Govoreći o vjetrovima razlikuje ih najprije četiri: „koji su knezovi svih drugih vjetrova“ (sjever, iztok, jug i zapad), a svakomu dodaje sa strane po dva pobočna vjetra (n. pr. desni jug i lievi jug), pa tako dobiva vjeternicu sa 12 vjetrova. Često se dogadja, veli knjiga, da se sastanu protivni vjetrovi n. pr. jug sa sjeverom ili iztok sa zapadom; koji je jači, baci drugoga o zemlju i u vodu, pa tako može i brodove potopiti. Budu li oba jednake snage, rvu se tako strašno („so vast“), da oba padnu na zemlju, tu se valjaju, pa često zamahnu velikim kamenom ili čovjekom ili drugom kojom težkom stvari, pak ju dignu sa sobom u zrak. Padnu li u more, dignu morsku vodu u vis, pa ju odvuku na kopno i ondje unište ljude i njihovo dobro.

Na istom stepenu od prilike stoji druga čudnovata knjižica, koju su 15. i 16. vieka bili silno zavoljeli gotovo svi kulturni narodi Evrope, jer je poznato, da je izišla na francuzkom, englezkom, njemačkom, češkom, talijanskom i danskom jeziku. Ne bi li se mogla gdjegod možda naći i na hrvatskom jeziku? — Naslov joj je bio: „Lucidarius“ ili „Elucidarius“. Iznajprije bijaše to knjižica latinska čisto religioznoga sadržaja, koju je napisao crkveni otac Honorius Augustodunensis negdje oko polovice 12. vieka sa naslovom: „Elucidarium sive Dialogus de summa totius Christianae Theologiae“.

Kasnije su valjda iz drugih spisa dodavali sadržaj više prirodoslovne naravi, pa je tako postao tako mnogo čitani „Lucidarius“ potonjega srednjega vieka.

Koliko su ga čitali, neka nam pokaže njemačko izdanje njegovo. Prvi je put izišao na njemačkom jeziku g. 1470. pod naslovom: Lucidarius. Kasnije do g. 1500. doživio je bar 8 novih izdanja, obično uz naslov: „Elucidarius, von den wunderbaren Sachen der welt“. U 16. je vieku izdan bar 12 puta, a i tečajem 17. vieka štampali su ga još nekoliko puta.

U obliku pitanja, što ih stavlja učenik (Junger) učitelju (Meister), i odgovora na ta pitanja poučiva učitelj apodiktičnom sigurnošću svoga učenika „de omnibus rebus et quibusdam aliis“. Govori se tu o trojstvu jednoga Boga, o stvaranju neba i Zemlje i svega u njoj, o Luciferu i paklu, o nebu i njegovu gibanju; gdje je stvoren Adam, o raju, o vjetrovima, o potresu u Siciliji; zašto leti Sunce preko neba; o planetima i njihovoj naravi, o Mjesecu i repaticama; o tuči, o padanju krvi, žaba i crvi s neba; tko muči duše u paklu itd. itd.

Koliko se ta knjiga tiče našega pitanja o vremenu, stoji sasvim na stanovištu prijašnje knjige. Ne upušta se još u proricanje vremena za pojedine dane u sunčanoj godini, ali je osvjedočena, da planeti odredjuju vrieme i promjene njegove.

3.

Tvrda vjera, da je u položaju planeta prema Zemlji i jednoga prema drugomu nadjen ključ, koji rješava sve tajne života i prirode, koji otvara vidik i u budućnost, izazvala je u svezi sa svagdanjom potrebom poznavati promjene vremena želju, da se različne moguće konstelacije planetâ i Mjeseca unapried odrede, pa da se značenje svake konstelacije za vrieme raztumači. Iz ove je težnje niknula osobita vrsta meteorologičke jako razgranjene literature, kojoj ćemo glavne zastupnike upoznati. Ovi su dostigli vrhunac, lutajući krivim putevima.

Sve, što su stari Grci i Rimljani o znakovima vremena sabrali i što je zabilježeno bilo u spisima Teofrasta, Arata, Ptolemeja, Vergilija, Nigidija, Figula i Avijena, sve što su tomu dodali Arapi na početku srednjega vieka, prešlo je preko arapskih i ži-

dovskih učenjaka u Španiji medju zapadne kulturne narode u Evropi. Ne treba tek spominjati, da su najglavniji znaci vremena kod sviju konstelacije zviezda i planeta, a k tomu dolaze još različni znaci iz atmosfere same i iz života životinjskoga i bilinskoga. Sva arapska djela iz onoga doba, što se bave astrologijom, imadu poseban odsjek o znacima vremena.

Negdje u 14. vieku sakupio je nama nepoznat učenjak sve te znakove vremena, pa je po njima načinio neku vrstu priručne knjige za proricanje vremena. Ta je knjiga ugledala svjetlo g. 1485. u Veneciji na latinskom jeziku: Naslov joj je:

„Opusculū repertorii pronǫsciton in mutationes aeris tam via astrologica q̄m meteorologica uti sapiētes experientia comperientes voluerunt p̄q̄m utilissime ordinatū incipit sidere felici ė primo prohemiūs".

Ona je bila namienjena učenjacima i izazvala je cio niz sličnih na latinskom jeziku pisanih knjiga. Spominjemo samo djela Gratu-rolus-a, Niphus-a, Camerarius-a, Tartaglie, Mizauld-a i dr.

Iz tih su djelâ za širu publiku i osobito za seljaka u kratko vadili upute na narodnom jeziku, kako da unapried sazna vrieme, i tako postadoše knjižice, koje su se osobito po njemačkom narodu i oko njega silno razširile. Različita su imena dobile te knjižice. Najprije bijahu „knjižice o vremenu (Wetterbüchlein)", onda „Seljačka praktika ili knjižica o vremenu (Bauern-Practica oder Wetter-Büchlein)"; kasnije opet „Praktika" ili „Prognostika" i na koncu „stoljetni kalendar".

Prva „knjižica o vremenu" izišla je g. 1508. na njemačkom jeziku. Već se na obširnom naslovu kaže, da će po njoj svaki, bio učen ili neuk, iz prirodnih znakova sasma točno saznati promjenu vremena; da je izvedena i osnovana na pravilima „veleslavnih" astrologa, koja su se izkustvom potvrdila.

Neki Leonhard Reinmann u uvodu, pisanom stihovima, priznaje se piscem po nalogu grofa Vuka u Getingu. Na 12 strana u četvrtini dolaze sada po gore iztaknutim načelima sakupljeni znaci vremena, a završuje se sa „nekoliko liepih seljačkih pravila o vremenu", kakovih je veliki broj i danas još u hrvatskoga naroda.

Zanimljivo je, da se knjižica živo opire već onda utvrdjenoj vjeri njemačkoga seljaka, kao da Mjesec utječe na vrieme, pa mu se s toga ruga. Koliko je vriedila ljudima ta knjižica u ono vrieme, neka svjedoči činjenica, da je same god. 1510. izišla u 5 različnih izdanja!

Ne više po „prirodnim znacima“, koje čitamo iz položaja zviezda, iz pojavâ na nebu i života životinjskoga i bilinskoga, nego po sasvim novim znacima uči proricati vrieme druga isto tako kratka knjižica, koja je nikla gotovo u isto vrieme. Zove se „Seljačka praktika ili knjižica o vremenu“. Nikla je početkom 16. vieka valjda u Švicarskoj. U izdanju Baselskom od g. 1517. spominje se kao pisac star i pobožan muž „Heyne von Ure“, koji si je na sv. Gothardu sagradio kapelicu i kolibu i komu da je ovu „praktiku“ naviestio angjeo Rafael.

Osnovom joj je opet prastaro sujevjerje, koje je živjelo u raznih naroda, što su ma i razdaleko obitavali, te je kasnije primilo i kršćansko ruho. Po tom su vjerovanju 12 noći od božića do sv. triju kralja odlučne za vrieme u cieloj sliedećoj godini i to tako, da je prema vremenu svakoga od ovih 12 odlučnih dana vrieme jednoga od sliedećih 12 mjeseci. U nekim je krajevima odlučno 12 dana pred božićem, a drugdje opet prvih 12 dana iza nove godine. Gotovo svagdje pako osobito je važno za pogadjanje vremena vrieme u badnjoj noći. Ovo prastaro vjerovanje iz poganskoga doba preneseno je na božićnje vrieme, jer božić pada baš u doba zimskoga solsticija, kada su poganski narodi slavili velike svetkovine.

Knjižica se počinje sa poglavljem: „Kako ćeš poznati vrieme čitave godine o božiću“. „Najprije po badnjaku“. Tu se sada pripovieda: „Ako je badnja večer i noć vedra, bez vjetra i kiše, rodit će godina dosta vina i žita; bude li kišovito i vjetrovito, znak je, da će biti malo žita i ne mnogo vina. Puše li vjetar s iztoka, crkavat će svakovrstna marva; puše li zapadnjak, oboljet će kraljevi i velika gospoda, pak će ih naskoro pokositi smrt; duva li vjetar sa sjevera, raduj se, jer će doći plodna i blaga godina, a puše li jug, on je znak svagdanje bolesti i jauka“.

U ovom genre-u ide sada dalje. Prema tomu, da li božić pada na nedjelju, ponedjeljak . . . subotu, odredjuje se obćeniti karakter vremena u sliedećoj godini. Sada tek dolazi prava seljačka praktika, koja pazi na 12 dana počevši od 1. dana božića do sv. tri kralja i po vremenu svakoga od ovih dana odredjuje vrieme mjeseca, koji mu pripada. Zatim dolaze znaci, koji se vežu o izvjestne dane u mjesecu i nekoja seljačka pravila, n. pr. sja li sunce na dan sv. Urbana, bit će vino dobro; pada li kiša, bit će zločesto. Kiše o duhovima riedko su kada dobre. Koncem svibnja cvate hrast; uspije li cviet, znaj, da će biti mastna godina. Imade onda još pravila,

koja se vežu o dan sv. Jakova, o Mjesec, i na koncu „12 dana udesa“. Sjaj Sunca na te dane odlučivao je ne toliko o vremenu, koliko o izvanjim prilikama ljudskoga života; isto tako i „vjetrovi od 12 noći“.

No dosta o toj čudnoj knjižici! I ovi su primjeri dosta, da pokažu, kuda je zalutao duh ljudski. Pa i ta je knjižica štampana bar toliko puta, koliko i ona prije iztaknuta!

4.

Ako je moguće, još su dalje išli u ludosti zastupnici meteorologičke literature, koje ćemo sada spomenuti. Sve se dosadašnje knjižice nisu baš vezale na ovu ili onu godinu, nego su davale svietu obćenita pravila, po kojima tobože možemo proricati vrieme u svakoj godini. Drugačije su knjižice, koje se zvahu „Practica“ i „Prognostica“. U njima se najprije javljaju, kao i danas u kalendaru, najvažniji astronomički pojavi, koji će se u toj odredjenoj godini na nebu javiti, no glavna im je svrha, da na temelju medjusobnoga položaja planetâ i položaja ovih prema stajačicama i Zemlji odrede vrieme za pojedine mjesece i dane te godine! Idu još i dalje. Zlosretni aspekti planeta znali su nagovieštati i rat i skupoću i kužne bolesti itd.

Najprije se javila literatura ove vrsti u Italiji, gdje je koncem 15. vieka najviše cvala; zatim se presadila u Njemačku, gdje je za 16. vieka izišlo bar 500 ovakovih „prognostika“ za odredjene godine. Najviše je cvala u desetgodištu od 1586.—1596., u kom ih je izišlo ne manje nego 140! Za samu godinu 1590. izišlo ih je 19 komada! Možemo dakle zaista reći, da su ljudi „mudrost“ tih knjižica — obično su imale 12 listova u četvrti — upravo gutali. Pisci su im obično svećenici, učitelji i liečnici, koji su i svoje liečenje udešavali prema aspektima planeta. Osobito se iztiče franački svećenik Juraj Caesius, koji je od g. 1561.—1601. za svaku godinu sastavljao ovakove prognostike. Primjera radi spominjemo ovdje njegov „Prognosticon Astrologicum oder teutsche Practica“, što ju je sastavio za godinu 1580. svomu gospodaru knezu Jurju Fridriku, markgrofu Brandenburžkomu, da mu bude sretno vladanje.

Pjeva najprije slavu astrologiji, koja po knjigama Salamunovim „Signa et Prodigia praenoscit eventusque tempestatum et tem-

porum"; upozoruje na sunčanu pomrčinu u znaku Lava i stavlja onda „prognostica" za pojedine mjesece g. 1580.

N. pr. za travanj g. 1580. piše:

„Travanj mi je dosta sumnjiv, i donosi dosta nestalno i ružno vrieme. Osobito pazi na 2., kakovo će grdno aprilsko vrieme donieti sa vjetrom, hladnom kišom i sniegom. Ali 4., 5., 6. opet temperirano, no mraz. Dne 7., 8., 9. zalazi danica sa velikom zviezdom u psu (Sirius) i humero sinistro Orionis, pa i pleiadibus i hyadibus, a padaju na to vrieme i drugi aspekti, koji znače vjetrovito ružno vrieme, tuču i škodljivu zimu; no jer je dan duži, naskoro se temperira do 11. i 12., ali nema trajnosti itd."

Nekakva se lukavost u proricanju ipak opaža, koja bi se još više iztakla, da smo prognozu za cieli travanj priobćili: cio sviet je i onda poznavao nestalnost vremena u travnju, nju iztiče jasno i prognoza.

Očevidno je, da se ovakova proricanja nisu mogla potvrditi, pak se čovjek u čudu mora pitati, kako nisu odmah prvih godina izgubila sav kredit, nego su baš protivno poplavila literaturu?

Kako se to moglo dogoditi, neka nam raztumači ovaj osobito zanimljivi slučaj.

Profesor matematike u Tübingenu, Ivan Stöffler, inače muž dosta zaslužan za astronomiju, napisao je g. 1518. španjolskomu kralju Karlu I. — kasnijemu caru Karlu V. — „prognostikon", u kojem mu je naviestio, da će g. 1524. biti obći potop svieta, jer će se te godine pokazati konjunkcija triju planeta, Saturna, Jupitra i Marta u zvjezdištu Riba. Proročanstvo glasovitoga toga muža pobupilo je silnu senzaciju po čitavoj Evropi. Zabrinuli se i car Karlo i njegov dvor, jer su drugi astrolozi potvrdili proročanstvo. Najučeniji muž u Španjolskoj Petar Martyr († 1525.) rekao je, da nesreća ne će biti tolika, ali sastanak onih 3 planeta mogao bi biti uzrokom velikomu neredu u svietu. Car se nije umirio. Okoliš njegov umoli ne manje učenoga Talijana Augustina Niphus-a, da razlozima oprovrgne Stöfflera. On to učini u latinskoj knjižici, koja se završuje riečima: „cum caelestes causae sint leves, non enim solaribus eclypsibus sunt corroboratae, et meteorologica signa nec adsint, nec adesse, possint, diluvium aut nullum futurum esse, aut esse secundum modum loquendi meteorologicorum, qui diluvium dicunt imbrium excessus, non autem humani generis destructionem". Car se i prvi ministar umiriše. No general grof Rango, revan astrolog,

pobojao se, da će car sada posvema zaboraviti na spasavanje svoje vojske, koja se imala prema osnovi Rango-voj povući na najviše vrhunce bregova, pa naputi drugoga talijanskoga učenjaka Michaela de Petra Saneta, da napiše protuspis, u kojem se potvrdjuje proročanstvo Stöfflerovo. Strah je od potopa bio u cieloj Evropi toliki, da je mnogo svieta sišlo s uma. Svatko je mislio, kako da se spase. Koji su bili kraj mora i rieka, sve su prodali i pobjegli u brda. Drugi — n. pr. predsjednik Blaise d'Auriol u Toulouse-u — sagradiše si arhu, da sebe i svoje spase. Martin Luther pripovieda, kako si je načelnik u Wittenbergu Hendorf na tavanu svoje kuće pripremao sprave za spasavanje, ali si je dao gore dovući i bačvicu piva, „um wenigstens einen guten Trunk zu haben, wenn die Sündfluth käme".

Sve se to sbivalo godinâ Spasa 1518.—1524.!

Napokon eto zlosretnoga veljače g. 1524., kad je trebalo da počnu silni pljusci od kiša, koji će potopiti sviet. — Gotovo u svim zemljama bilo je nebo vedro, a vrieme liepo, kiša je tek gdjegdje padala, a potopa nije bilo!

Što bi sada očekivao čovjek? Astrologija je za uviek propala, nitko živ joj već ne vjeruje; prorok Stöffler izgubio je svu svoju slavu, sretan, da je živ utekao napadajima svjetine. — Od svega toga ne bijaše ništa. Baš protivno: Astrologiju su na svim stranama izpričavali, a Stöffler postao je još slavniji muž!

Evo kako se zbilo to gotovo čudo po Moehsenu: „Kaludjeri postiše i moliše više nego obično, pak pripisivahu sebi uspjeh. Učeni teolozi, koji su ponešto naginjali na astrologiju, nadjoše u svetom pismu, kako je Noah-u obećano, da više ne će nikada biti potopa, i sada tek shvatiše astrolozi, zašto arabski drugovi njihovi, koji bijahu tako slavni i učeni, po više puta prorekoše potop, kojega ne bijaše; čudo je bilo to veće, što su na nebu stajali znaci, koji bi morali biti uzrok potopu, pa ipak ga na spas čovječjega roda ne bijaše. Povjestničari ipak ne htjedoše priznati, da su oni znaci uzalud na nebu bili i zabilježiše kod g. 1524., da su astrolozi po mnogim sastancima planeta u Ribama htjeli proreći potop: no to da se ima smatrati znakom seljačke bune, koja je odmah sliedeće godine buknula."

Svi su dakle kušali da izpričaju astrologiju i Stöfflera, a nitko nije ni pomislio na to, da ovakova prognoza vremena nema nikakova temelja. Zaista velika zabluda čovječjega duha!

5

Zadnji proizvod — jamačno zadnji za sve viekove — ovoga lutanja u meteorologiji bila je knjiga, koja je još danas u najširim slojevima mnogih naroda dobro poznata uz ime „stoljetni kalendar“.

Kako ćemo mu ostanke još danas naći u svim gotovo kalendarima, koji su namienjeni puku, bit će dobro, da se i tom zabludom čovječjega uma pozabavimo, tražeći joj podrietlo i osnove.

Stoljetni kalendar možemo smatrati njemačkim produktom, ako mu i nije temeljna misao originalno njemačka. Svietu je tako omilio, da je na njemačkom jeziku doživio preko 220 izdanja, a zna se za stalno, da je preveden na ruski i češki jezik, a od Niemaca prešao je i u naše hrvatske krajeve, gdje još i danas ima ljudi, koji u velike ciene meteorologičku nauku „stoljetnoga“. U zapadne narode nije prešao, jer su oni na istom temelju gradjenih knjiga već prije imali.

Na naslovnom listu prvih izdanja „stoljetnoga“ naći ćeš kao pisca zabilježena tajinstvenoga D. M. K. A. K. L. — Danas se znade, da je to: Dr. Mauritius Knauer, Abt des Klosters Langheim. Opat je svu svoju dokolicu proboravio u „modroj kuli“, maloj zvjezdarni na zidu svoga samostana, i tu se je bavio matematikom i astrologijom. Tu mu je jamačno i niknula prva misao, da sastavi svoj novi kalendar. Dao mu je naslov: „Calendarium Oeconomicum Practicum Perpetuum“ i dovršio je rukopis g. 1654. Na naslovu u njemačkom jeziku dodaje: „ili vječni kućni kalendar, — Iz kojega ćeš svake godine saznati vrieme, pa po tom uspješno i koristno urediti obradjivanje vinograda i poljâ, prepoznati nerodne godine i nuždi, koja prieti, mudro izbjeći. Udešen za franačku zemlju i samostan Bamberg“. — Premda je Knauer taj kalendar tek u rukopisu samo znancima dielio, izišao je u brzo na toliki glas, te su ga znanci gotovo prisilili, da ga „na korist naroda“ štampa. Još prije smrti njegove (god. 1664.), vele, da je bio štampan, ali se nije sačuvao ni jedan otisak. Kasnije je preuzeo izdavanje njegovo Cristoph von Hellwig, liečnik negdje u Thüringenu. On ga je sam bar 40 puta izdao!

Temeljna je misao Knauerovu vječnomu kalendaru ova. Po Ptolomejevom sustavu ima na nebu 7 planeta: Saturn, Jupiter, Mars, Sunce, Venus, Merkur i Mjesec. Ovi planeti odredjuju redom ka-

rakter pojedine godine po svojstvima, što su im prišili već astrolozi staroga vieka. Godina se računa od proljetnoga ekvinokcija. Svake dakle godine „vlada“ po jedan od onih 7 planeta i prema njemu se ravna „u obće“ vrieme te godine. Po tom je očito, da može glede vremena biti samo 7 različitih godina, kako evo sliedi: 1) Saturn je hladne naravi i nešto premalo suh; 2) Jupiter je vlažan i topao, srednji i zračan; 3) Mars veoma vruć (vatren) i suh; 4) Sunce. Taj je „planet“ srednje dobar (podobar), topao i suh; 5) Venus vlažan i topao, ali manje nego Jupiter; 6) Merkur je naravi promjenljive i nestalne . . . hladan i suh; 7) Mjesec je hladan i vlažan, no ipak pri tom nešto malo topao.

Prema tomu se načelu sada u obćenitim izrazima opisuje vrieme svake od ovih 7 godina, gdje djelomice utječe i vladar predjašnje godine, zatim napose vrieme svakoga proljeća, ljeta, jeseni i zime; dolaze obćeniti podatci, kako će kada roditi žito i vino, o gamadi i bolestima. Sada tek dolazi glavni dio „stoljetnoga“, naime „partikularno vrieme“ za svaki pojedini mjesec u godini, kako ga žalibože nalazimo još i danas u svakom pučkom kalendaru n. pr. i u našoj „Danici“. Za godinu, u kojoj vlada Sunce (kao što je n. pr. g. 1891.), kaže Knauer (vidi Danicu 1891. str. 175.):

Travanj iz početka mrzao, 4. liep i topao, 8. vjetar i nagao dažd (Platzregen = pljusak), 9. do 11. liepo toplo, potlam vihor s grmljavicom do 23., za tim oštar zrak, 25. jako hladno i mutno, 30. oblačno.

Poredimo li s tim vrieme, koje smo zaista doživjeli u travnju iste godine, naći ćemo odmah netemeljitost ovih podataka. Za Berlin n. pr. iste godine pokazuje travanj ovo vrieme: Hladno i mutno vrieme sve do 27., a dalje toplo. Prorečenih pljusaka, olujâ i grmljavina nije u obće ni bilo. Snieg je padao dne 1. i 2., a kiša svaki dan od 7. do 20. i dne 30.

Uzmemo li meteorologičke bilježke drugoga kojega grada, naći ćemo opet druge podatke.

Na koncu „stoljetnoga“ naći ćemo još nešto o „vladanju planeta u pojedinim godinama“, o „nesretnim danima, kakovih je u svakom mjesecu“ i na koncu o „kovinama i kamenju“, kako pripadaju pod pojedine planete.

Ako smo dakle odredili n. pr. za stotinu godinâ red, po kojem se u vladi izmjenjuju spomenuti planeti, možemo na malo stranica (prvi stoljetni kalendari imali su zaista samo 88 do 96 strana) odrediti vrieme za čitavo stoljeće — ako je istinit ključ, po kojem

smo ga našli. No u tom žalibože nema ni trunka istine, o čem smo danas jamačno svi uvjereni, koji iole motrimo i proučavamo prirodu.

Ime „stoljelni kalendar" nema po tom toga značenja, da se nakon sto godina povraća isto vrieme; po sustavu Knauerovu mogao bi isto tako sastaviti i dvjestaljetni itd. kalendar, zato je Knauer svomu kalendaru i nadjenuo ime „vječni kalendar", dok je u istinu samo 7-godišnji.

Knauerov „stoljetni" prokrčio si je put iz Njemačke na jug i iztok. Zapadni su narodi, Talijani, Francezi i Englezi, već prije imali, a donekle imadu još i danas svoje vlastite „Knauere", pak ih nisu trebali uzimati od Niemaca.

Spominjemo samo kod Talijana: Almanaco Perpetuo, što ga je jur g. 1593. izdao Rutilio Benincasa. Po njegovu se sustavu planeti nakon $4 \times 7 = 28$ godina istim redom povraćaju u godišnjoj vladi; za god. 1686.—1713. teče red ovako: Sunce, Mars, Merkur, Jupiter, Venus, Sunce, Mjesec, Mars, Merkur, Venus, Saturn, Sunce, Mjesec, Merkur, Jupiter, Venus, Saturn, Mjesec, Mars, Merkur, Jupiter, Saturn, Sunce, Mjesec, Mars, Jupiter, Venus, Saturn. Osim toga se Benincasa još obazire i na utjecaj drugih nebeskih znakova i konstelacija na vrieme.

U Francuzkoj je bio najglasovitiji prorok „Maistre Mathieu Laensbergh". I danas još izlazi u svim gotovo gradovima Francuzke množina kalendara, koji donose proročanstva vremena pod ovom starodrevnom i popularnom firmom. U novije mu se vrieme javiše dva konkurenta: Mathieu (de la Drôme) i Raspail, koji i danas jošte izdaju svoje kalendare.

Pisci dakako ni sami ništa ne vjeruju u svoja proročanstva: glavno im je izrabljivanje jedne od najtežih i najdublje usadjenih zabludâ čovječjega uma — zablude, htjeti na godinu dana unapried znati vrieme po položaju i utjecaju zviezdâ.

Ta silna zabluda već je doduše prilično jenjala; sasvim će ju iztriebiti samo škola, kojom prava nauka prodire u sve šire slojeve naroda. Danas još stoji prilično čvrsto u neukoga svieta vjera u stoljetni kalendar i u utjecaj Mjeseca na vrieme, — ova posljednja ne doduše onako, kako ju kušaju narinuti svietu naši moderni proroci poput Overziera i Falba, ali bar u toliko, da se s mienom Mjeseca mienja i vrieme.

Rud. Falb n. pr. zove svaki dan, koji pada u doba mladja i punoga Mjeseca (uštapa), „kritičnim danom", i tvrdi, da će se onih

dana negdje dogoditi nešto osobito: prolom oblaka, oluja u zimi, nesreća u rudniku, vihar, poplava i sl. Takovim se pojavima treba nadati o kritičnim danima. Nu pošto se po njegovom mišljenju mogu ovaki pojavi javiti i tri dana prije kritičnoga i tri dana poslije njega, a Mjesec u svemu treba 28 dana, da obidje jedan put oko Sunca, jasno je, da je Falb od ovih 28 dana baš polovicu t. j. njih 14 obteretio ovakovim pojavima. Po vjerojatnosti ćemo dakle morati već zaključiti, da će poprieko od dva onakova pojava zaista jedan pasti na jedan od kritičnih dana i njihove pratnje. Da uz ove „zgoditke“ stoji isto toliki broj „nezgoditaka“, to se jednostavno ignorira. Nu Pernter, sada ravnatelj meteoroložkog zavoda u Beču, dao se je na mučni posao, da potanko izpita Falbovo mišljenje, i našao, da se doduše svi ti pojavi zbivaju o kritičnim danima, ali baš isto tako često i o nekritičnim danima t. j. mišljenje Falbovo nema nikakova temelja.

Tim još nauka nije rekla, da Mjesec ništa ne utječe na vrieme; pače sva je prilika, da utječe; nu ako u obće utječe, u čem je taj utjecaj, toga sada još ne znamo. Čini se po najnovijim iztraživanjima, da utječe Mjesec nekako na razpored uzdušnoga tlaka. Možda utječe na staze, kojima udaraju cikloni, a možda nešto i mienja smjer obćene cirkulacije. Prema mjestu, o kojemu se radi, bio bi i način utjecanja drugačiji. Nu ti mali i neznatni utjecaji Mjeseca danas su tek slutnje i ništa više!

Malo po malo nestat će i ovih zadnjih ostanaka silne zablude, koja je u velike pačila razvitku prave naučne meteorologije. Tomu imadu da pripomognu svi naobraženi slojevi naroda, a to će moći uspješnije, kad upoznaju točnije bit zablude same. U tom smislu možda nije suvišna bila ni ova obširnija crtica o njoj, koje inače ne bi bila zavriedila.

6.

Odvrnimo misli naše od žalostnih slika ovakovih zabluda mišljenja, pa se obratimo nešto utješljivijoj slici naših dana! Što današnja nauka meteorologička zna o problemu pogadjanja ili prognoze vremena?

Tko je pročitao pomno predjašnja dva članka, a osobito osmi o vrtlozima u uzdušnom oceanu i njihovomu odnošaju spram pro-

mjena vremena u Evropi, jamačno je i sam već uhvatio glavnu misao o današnjem stanju ovoga pitanja.

U nauci o vremenu lako ćemo razlučiti tri glavna problema: Prvi i najglavniji je, da se izpitaju uzroci, zašto se mienja tlak uzduha u našim krajevima onako, kako pokazasmo u osmom članku, zašto postaju cikloni, anticikloni, klinovi, sedla i t. d. u uzdušnomu oceanu? Kad bi znali odgovor na to pitanje, imali bi odmah i pouzdan odgovor na drugo pitanje: po kakovim se zakonima razvijaju pojavi vremena u svakoj od ovih tvorba u uzdušnom oceanu. Djelomice je nauka to pitanje zaista riešila: zna se za ciklone i anticiklone, kako se u njima razvija vrieme, kad se negdje u uzdušnom oceanu pojave. Manji je već uspjeh za ostale oblike isobara. Kakovo vrieme sobom nosi klin ili sedlo ili žlieb, to još nije posvema izpitano. Abercromby, koji je nedavno mlad umro na veliku štetu meteorologije, izpitao je to pitanje tek za Englezku, a pokazalo se, da rezultati njegovi često veoma slabo pristaju za druge zemlje. Dakle izlazi za nauku nova zadaća, da točno izpita na temelju mnogogodišnjega opažanja, u kakovu su snošaju pojedine vrste isobara spram vremena u svakoj zemlji. Tu će zadaću nauka tek riešiti u bližoj budućnosti. Kad bude ovo pitanje za sve krajeve i zemlje našega umjerenoga pojasa potanko riešeno, onda će moći nauka za svaki kraj po isobarama u odredjenom času reći, kakovo je ondje bilo vrieme u tom času, za koji vriedi sinoptična karta. Nu sada tek dolazi na red obratni problem: Ako u odredjenom času znademo pojave vremena, mogu li kazati, kako će se ti pojavi dalje razvijati? A to je baš pravi problem o pogadjanju vremena. N. pr. Jutro je liepo, na nebu se javljaju cirrusi i barometar počinje padati. Kakvo će vrieme doći? Ili: Posljednje je noći bio na Irskoj ciklon, danas je u jutro na Walesu — kakovo će biti danas vrieme u Velikoj Britaniji?

Ova dva primjera nam ujedno pokazuju, da moramo dobro lučiti dvie vrste prognoze vremena: 1. prognozu čovjeka, koji uz svojih nekoliko instrumenata, osobito barometra, na svom mjestu može samo gledati nebo nad sobom i po znacima na nebu i gibanju barometra pogadja vrieme — zvat ćemo to lokalnom prognozom; i 2. prognozu čovjeka, koji sjedi u centralnom zavodu, pa prima silesiju brzojavnih viesti sa svih strana svieta nekoliko stotina kilometara naokolo o pojavima vremena u cielom tom području i na tom temelju sastavlja u odredjenim razmacima vremena n. pr.

svaki dan u jutro u 8 sati po jednu sinoptičnu kartu. Zovemo ju obćena prognoza, jer vriedi za velika područja čitave zemlje.

Prvi je način pogadjanja kud i kamo stariji i na njegovu su se temelju razvila u svih naroda nekoja pravila za vrieme ili bolje znaci vremena, o kojima je već bilo govora. On je i običniji, jer je razmjerno malo ljudi, koji će moći na temelju sinoptičkih karata pogadjati vrieme. Izlaze doduše u velikim novinama sada svaki dan telegrafički izvještaji o vremenu na velikom teritoriju, i po njima bi si mogao napokon svaki čitatelj načiniti i sam sinoptičnu kartu, nu svakako je malo ljudi, koji danas to rade. Velika masa naobraženih ljudi, koji prate pojave vremena, slabo se danas još obazire na ove telegrafičke izvještaje, da po njima pogadja vrieme, i zato je još uviek mjesta pogadjanju vremena na dotičnom mjestu. Što se može u tom da postigne i što to pogadjanje vriedi?

Sviet danas još dosta misli, da mjestne prilike jako utječu na pojave vremena, pak ih i mienjaju, te mu se čine prognoze vremena za čitave zemlje neumjestne i neopravdane. Nije tako! Kad pomno izpitujemo, u čem mjestne prilike mienjaju obćeni karakter vremena na velikom teritoriju, nalazimo, da ih gotovo i nema. Istina je: blizina velikoga mora i velikih gora, koje su tako visoke, da se opiru obćenim velikim strujama u našoj atmosferi, utječu silno na vrieme. Nu baš je tako i to istina, da mjestna formacija tla n. pr. pojedini, makar i visoki bregovi, nizovi brežuljaka, mala jezera, šume, doline i t. d. ne mogu velike pojave u našoj atmosferi gotovo ništa mienjati: struje, vrtlozi i t. d. prolaze preko njih, a da ih ovi ništa ne odklanjaju. Jasno je dakle, da obćeni karakter vremena ne mogu promieniti. Ako n. pr. obćena velika struja sobom donosi, da temperatura uzduha raste, rasti će ona svagdje na velikom teritoriju; mjestne prilike učinit će tek to, da će na jednom mjestu nešto jače, a na drugom nešto manje porasti. Uprav je tako, ako obćena velika struja sobom nosi padanje temperature: temperatura će zaista na čitavom velikom teritoriju padati, negdje jače, drugdje manje. Nosi li obćeni karakter vremena sobom kišu, bit će kiše svagdje, nu prema mjestnim prilikama nešto više ili manje. U najnovije vrieme to potvrdiše iztraživanja o istodobnom vremenu u Švicarskoj, Würtembergu i Bavarskoj. Pokazalo se je, da je vrieme gotovo uviek u svim trima zemljama bilo u isto doba ili suho ili kišovito. Zašto? Jer je nad tim zemljama redovno struja uzdušna, koja daje vremenu svagdje isti karakter, pa se ne mogu da iztaknu

uz to sitne prilike mjestne: obćeni ih karakter vremena odmah izbriše. Dogodi li se kadkada, da nema tih velikih struja u uzdušnom oceanu, onda se dakako mogu izticati ove sitne mjestne razlike. U mjestima, koja baš nisu razdaleka, mogu postati razlike u temperaturi i vlagi uzduha neposredno nad njima. Ove su razlike opet povod, da je i tlak uzduha dosta nejednak; taj nejednaki tlak može izvesti lokalno strujanje uzduha, a uz te se struje može dogoditi, da se kondenzira u njima i vodena para, pa se jave zaista male oborine lokalne. Nu u ovakim prilikama nema mjesta ni lokalnom pogadjanju vremena: nema toga, koji bi n. pr. mogao pogoditi, gdje će i kada će padati ovakove kiše. Savjestan će pogadjač vremena u takim prilikama reći, da je vrieme neizvjestno i nesigurnoga karaktera.

Iz ovoga razlaganja izlazi, da se i lokalna prognoza vremena mora da oslanja o sinoptične karte ili telegrafičke izvještaje velikih novina o vremenu. Znamo li n. pr. po ovakovoj karti, kakovo je vrieme u zapadnoj ili sjevero-zapadnoj Evropi, gdje su minima i kamo idu, moći ćemo odrediti po onomu, što je rečeno u osmom članku, kaki će biti obćeni karakter vremena u najbližem vremenu.

Nu po tom ne smijemo zaključiti, da lokalna motrenja za prognozu nemaju nikakove vriednosti.

Tko na svom mjestu duže vremena motri, pa je već odredio srednju temperaturu svoga mjesta za cielu godinu i godišnje dobi, srednji tlak uzduha i glavne vjetrove svoga mjesta, moći će odrediti iz tih opažanja uz koje je odklone od srednje temperature i srednjega tlaka uzduha suho vrieme, a uz koje je mokro. Doći će lako do ovih obćenih pravila:

1. Uz toplo vrieme u zimi je uviek češće i više oborine nego uz hladno. Ljeti je baš obratno. 2. Ljeti i zimi su u nas južni i zapadni vjetrovi oni, koji nose kišu, a uz sjeverne, iztočne vjetrove ide u najvećoj množini slučajeva suho vrieme. 3. Vjerojatnost je za kišu tim veća, čim je niži barometar, a tim manja, čim je viši.

Na te se tri točke mora da obazire svaka lokalna prognoza vremena i u svakom posebnom slučaju mora ocieniti, koliko utječe svaki od ovih triju faktora. Nu da može odrediti, kad je temperatura previsoka ili prenizka, kad je tlak uzduha previsok ili nizak, treba da uz svoje instrumente: termometar, barometar i vjetrenjaču, koji mu pokazuju toplinu, tlak uzduha i smjer vjetra u onom času, poznaje i srednje vriednosti tih elemenata za svoje mjesto.

Od svih triju instrumenata mu je za pogadjanje vremena ipak najvažniji barometar ili u naše dane barograf, koji nam bilježi neprestano, kako se mienja tlak uzduha. Kako se sada već dobivaju dobri barografi za dosta malu cienu, sva je prilika, da će ovi sve više zamjenjivati barometre, a tim bi pogadjanje vremena postalo još pouzdanije. Vriedno je s toga da ovdje kažemo, što vriedi barometar za lokalnu prognozu vremena. Barometri obično imaju još i danas napise, koji da pogadjaju vrieme. N. pr. „Liepo“, „Stalno“, „Promjenljivo“, „Kiša“, „Vihar“ i t. d. Ti napisi vriede veoma malo, kad znamo, da je vrieme u obće uz visok tlak uzduha suho i liepo i tiho, a uz nizak tlak, nemirno, mutno i kišovito. Nu ima dosta slučajeva, kad nas ovo obćeno pravilo prevari, pa u tim prilikama oni napisi ništa ne vriede, rekao bih pače, nestručnjaka zavaravaju. Bilo bi mnogo bolje, da ih na nijednom barometru nema i mi preporučamo našim čitateljima, da si kupuju barometre bez tih napisa. Mnogo je bolje, ako si zabilježimo na njemu srednji tlak uzduha našega mjesta, da po tom odmah opazimo, za koliko je u času, kad barometar gledamo, tlak uzduha veći ili manji od srednjega.

Za prognozu vremena nije odlučno, kolik je baš tlak uzduha, nego mnogo više okolnost, da li barometar pada ili raste. Vidjesmo naime, da barometar počme padati, čim nam se primiče ciklon i sveudilj pada, dok nije prošla sredina ciklona i od toga časa ponovno raste. Padanje nam barometra dakle pokazuje u tom slučaju, da nam se primiče ciklon, a mi znamo, kakovo nam vrieme nosi prednja strana ciklona. Dizanje barometra na stražnjoj njegovoj strani opet pokazuje poznate nam pojave razvedrivanja, a naglo dizanje na toj strani označuje velik gradient, dakle i jak vjetar ili nemirno vrieme. — Ako nam se pako primiče anticiklon, barometar će se početi polako dizati, jer u anticiklonu isobare nisu na gusto poredjane. Diže li se u tom slučaju barometar polako, znak je to liepomu vremenu. Ostane li barometar u stalnom anticiklonu duže vremena najednak, znak je to suhomu vremenu, jer anticiklon to sobom nosi. Padanje i dizanje barometra dakle u prvom redu vriedi za pogadjanje vremena. Nikad ljepšega ni lakšega načina prognoze, kad bi to dizanje i padanje barometra bilo pouzdan znak vremena, što dolazi k nama. Nu to na žalost nije. Netom opisani pojavi u ciklonima i anticiklonima mogu se smatrati tek pravilnim promjenama barometra, uz koje se veže doista vrieme, koje možemo pogoditi. Nu ima i takovih slučajeva, u kojima dizanje i padanje

barometra nije u svezi s dolaženjem i odlaženjem ciklona i anticiklona, pa zato nas barometar na oko vara. Velimo izrično na oko, jer kad čovjek točno prouči ostalih pet vrsta isobara, nalazi, da mora da bude tako. Dodje li n. pr. sekundarna depresija do nas, donosi nam kišu uz rastući barometar i iztočni vjetar. Razvije li se, dok prolazi kraj nas glavni ciklon, njemu o boku sporedni ciklon, postaju pojavi vremena već zamršeniji i kiša zna padati uz rastući barometar i zapadni vjetar. Taj je pojav za osamljenoga motritelja tek dokaz, da se u glavnomu ciklonu zbiva nešto neobičnoga i nepravilnoga; što se zbiva, to mu mogu pokazati tek sinoptičke karte i u njima će jamačno naći prema iztaknutim načelima i tumačenje toga neredovitoga pojava. I uz sasma nepromienjen tlak uzduha pokazuju se u našim krajevima često kiše. Osobito u srednjoj Evropi se taj slučaj zbiva dosta često: po nekoliko sati zna kiša lievati, a barometar se i ne miče s mjesta. Na početku i na kraju kiše zna vjetar nešto ojačati, nu do vihra ne dodje nikada. Bez sinoptičkih se karata uzroku ne možemo dovinuti. Karte će pokazati, da se je nedaleko razvio mali sporedni ciklon, koji je projurio kraj nas. Ima tomu pojavu i drugih razloga. Ciklon stoji duže vremena na svom mjestu, a i anticiklon; nu u ciklonu tlak uzduha pada, a u anticiklonu raste. Što je posljedica? Bit će na medji njihovoj mjesta, gdje tlak niti raste niti pada. Na jednoj strani tih mjesta (n. pr. lievo) pada, a na drugoj (n. pr. desno) sveudilj raste. Na tim mjestima dakle postaju strmi gradienti, vjetar naraste gotovo do snage vihra, pojavi se ciklona razvijaju u punoj mjeri, ali — barometar ne pada.

Napokon ima i slučajeva, da barometar pada, a vrieme ostaje liepo. Sinoptičke karte odkriše i tomu uzrok. Evo primjera. Na atlantskom je oceanu duboka depresija ili ciklon. Od jednom u njegovom središtu tlak uzduha skoči n. pr. za 25 milimetara, isobare se razmiču sve dalje i gradient postaje malen. U takovom se slučaju može pokazati pojav, da barometar negdje u Evropi, kad se ovakov ciklon po njoj razširi, pane i za 25 milimetara, a karakterističnih pojava ciklona, kiše i jakog vjetra nema.

Skupimo li sve ove pojedine primjere ujedno, izlazi činjenica, da u našim krajevima ružno vrieme n i j e v e z a n o na padanje barometra, padanje barometra nije u v i e k znak, da će doći ružno vrieme, a tim postaje lokalna prognoza nepouzdana, ako se oslanja samo na barometar.

*

Nu nauka je u najnovije vrieme našla još jednu pomoć za lokalnu prognozu vremena, koja je vriedna, da ju ovdje iz bližega razpravimo. Iz cieloga razlaganja o vremenu jamačno je svaki čitatelj već dobio dojam, da bi znanje onoga, što se u uzdušnom oceanu visoko gore iznad nas zbiva, moglo dobro poslužiti za pogadjanje vremena: ta uzdušni vrtlozi nisu samo dolje na površini zemaljskoj, nego znadu dosegnuti do velikih visina, gdjekada četiri i više kilometara! Nu što se tamo zbiva, toga ni nauka još ne zna. Tek u najnovije se vrieme pokazalo, da nam o tom nješto mogu pripoviedati visoki oblaci, ako ih pozorno motrimo. Na to smo motrenje oblaka rad svrnuti pažnju naših čitatelja i pokazati, kako po njima možemo suditi o vremenu, koje će doći.

Kad nam se primiče depresija ili ciklon, pokazuju se najprije na inače vedrom i modrom nebu cirrusi na onoj strani horizonta, s koje dolazi ciklon. Slažu se obično u dugačke vrste, tavane. Često se jave na našemu nebu već prije, nego što počne barometar padati. Ti konci finih oblačića postaju sve gušći i njihov se dugoljasti oblik gubi sve više, oni se stapaju u veoma tanko velo na nebu, tako tanko, da ga na nebu i ne vidimo pravo. Oko Sunca i Mjeseca se pokazuju mali koluti. Drugda se opet nebo odmah prevuče tankim velom, kojega ne vidimo ni onda, kada dolazi (bliedo nebo). Kako ciklon dolazi bliže, pokazuju se izpod toga vela niži oblaci na horizontu i barometar počinje tek sada padati, znak da ciklon sada već počinje utjecati u pojave našega vremena. Oblaka biva sve više, sve se gušće slažu na našem nebu i zaviju ga u jednoličnu sivu boju, oborine se javljaju, a vjetar postaje žešći. Kad je od prilike barometar najdublje pao, počinje se opet po malo nebo mjestimice vedriti i nastaju pojavi vremena posvema različiti od dosadanjih: vjetar udara na mahove, vedro se nebo izmjenjuje pljuskom kiše, gornji oblaci, koji su prije desno išli od donjega vjetra, sada lete zajedno s donjim vjetrom i mi smo na stražnjoj strani ciklona. Kako velika većina ciklona k nama dolazi od sjeverozapada, vidimo prve konce ovih cirrusa, koji naviešćaju dolaženje ciklona ponajčešće na zapadnom i sjevero-zapadnom horizontu, idu najprije od jedne točke na sjevero-zapadnom horizontu, onda se okrenu natrag još preko zapada i na koncu opet dolaze od zapada ili sjevero-zapada. Ova je vrsta oblaka manje gusta i bljedja od one, koja se razvija na našemu nebu, ako preko nas prelazi baš jezgra ciklona. Dotakne li se samo nas područje ciklonove kiše,

mat ćemo tek pojedine pljuske kiše, a nebo će se polaganije vedriti poslije njih.

Opet su drugačiji pojavi neba, kad ciklon prolazi južno od nas. Na jugo-zapadnom ćemo nebu najprije vidjeti vrstu visokih stratusa (tavana), koji dolaze od juga ili jugo-zapada sve bliže k nama; kraj iztočnog ili sjevero-iztočnog vjetra i padajućeg barometra sve se nebo zavije nižim oblacima, radi kojih ne vidimo prijašnjih gornjih oblaka; ako ih ipak vidimo, opazit ćemo, kako se okrenuše na jugo-iztok. Uz to je hladna kiša i gusta. Kad je ciklon prošao, oblaci se po malo gube, na nebu su tanki oblaci, uzduh je neprozračan i pun pare i to se stanje gubi polako. Ako se cumulusi naglo gomilaju u sve veću visinu, dok im podnice ostaju ravne, znak je to, da se jako mienjaju prilike u atmosferi nad nama, osobito, ako se uz to oblici gornjih oblaka naglo mienjaju. Ako izpod njih vidimo još lahke vrste stratusa (tavana), koje u se primaju ili od sebe odbijaju, stalno je po Clementu Ley-u, jamačno najboljemu poznavaocu oblaka, da će još prije večeri biti kiše. Obratno pako, ako su stratusi (tavani) iznad cumulusa (gomila), pa se čini kao da se miešaju s prvima, vjerojatno je, da će vrieme ostati suho. U proljeće ćemo gdjekada vidjeti, da se u jugo-iztočnoj strani anticiklona takodjer dižu cumulusi, koji se šire kao zastor, pa je cieli oblak dosta nalik na gljivu. Kad ih gledamo, čini nam se, da će donieti silnu kišu, nu po Ley-u, gotovo nikada ne donesu pljuska.

Isti Ley iztiče još jedan osobiti oblik oblaka, koji zove svojim ljubimcem, pa mu prišiva veliku vriednost za lokalnu prognozu. To je visoki stratus, kojemu na gornjoj strani izrastu svakovrstne male kule, dok je dolnja strana posvema ravna. Viestnik je oluje, osobito, ako velikom brzinom dolazi od juga ili jugo-iztoka, dočim niži oblaci lete od sjevero-iztoka ili iztoka.

Za prognozu lokalnu vriedno je dakle pomno gledati smjer i oblik oblaka, u prvom redu visokih cirrusa i valovitih oblaka. Dolaze li s jugo-zapada, najradje nose sobom kišu.

U najnovije je vrieme Ley svratio pažnju i na brzinu, kojom lete ovi oblaci: brzi cirrusi znak su mnogo ružnijega vremena, nego li cirrusi, koji dolaze polako.

Zapadosmo opet u sred radionice današnje nauke o vremenu! I ovo malo podataka pokazuje čitatelju dosta jasno, kako je ovdje nauka još slaba i nepouzdana: ni motrenje gornjih oblaka danas

još nije pouzdana pomoć za lokalnu prognozu vremena, kao ni barometar. Čini se sve više, da i barometar i motrenje cirrusa vriedi tek onda, kad znamo obćeno gibanje atmosfere u onom času, pak naše motrenje možemo sastaviti s tom slikom obćenoga gibanja. Još su manje vriedni drugi tobožnji znaci vremena n. pr. treptanje zviezda, prozračnost uzduha, vlaga uzduha, pojavi o izhodu i zapadu Sunca i t. d.

Ako dakle pitanje o pogadjanju vremena ima budućnost, ta se po svemu, što možemo suditi, osniva na poznavanju uzdušnih pojava na velikom teritoriju u istom času t. j. na sinoptičnoj metodi i sinoptičnim kartama, kojim nam se je sada obratiti.

7.

Na sasma drugom temelju stoji danas pitanje o pogadjanju vremena na osnovu sinoptičkih karata koje se sada od velikih observatorija izdaju za svaki dan jedan put (u Austriji iz Beča 8 sati u jutro) ili više puta (u sjevernoj Americi tri puta na dan). Stručnjak u centralnom meteorologičkom zavodu, komu je povjerena zadaća, da pogadja vrieme, telegrafički obći s mnogo opažača, koji su od njega daleko mnoge stotine kilometara na svim stranama svieta (izpor. sl. 99.). Podatke njihove zabilježi na karti vremena, i iz te karte, dakle na temelju pouzdanih podataka izvodi svoje zaključke. Pomaže ga u tom poslu još njegovo izkustvo, što ga je stekao mnogogodišnjom vježbom o meteoroložkim prilikama svoje zemlje i o gibanju ciklona u njoj, pa i važni rezultat dosadanjega naučnoga iztraživanja, da se periodično povraćaju neke vrste (tipovi) vremena. Iz svega toga si on stvori svoj sud o tom, kako će se jamačno mienjati vrieme, koje vidi u onom času na svojoj karti, pa po tom izdaje svoju prognozu. Ono, do čega smo se i mi u predjašnjim dvjema člancima dovinuli, kazuje nam dosta jasno, da je vrieme posljedak nekakove osobite cirkulacije u našoj uviek vlažnoj atmosferi. Pogadjati vrieme, reći će po tom, unapried kazati, gdje će se i kako će se gibati uzdušni vrtlozi odredjene vrste ili kada će se i gdje po svoj prilici na novo načiniti ti vrtlozi i napokon, hoće li biti jaki ili slabi. Što ište po tom ovakovo pogadjanje vremena? Sinoptička karta stručnjaku za pravo ne kaže ništa drugo nego to, kakovo je vrieme ili još bolje, kakovo je bilo vrieme u onom

času, za koji je karta načinjena. Po razporedu isobara na njoj, on zaista za cieli onaj teritorij može da prilično pouzdano reče, kakovo je bilo vrieme na svakom mjestu u onom kraju. Iztičemo: prilično pouzdano, jer hoće li da reče posvema pouzdano, kakovo je gdje vrieme, treba da zna potanko, kakovo vrieme sobom nosi svaka od ponovno spomenutih sedam vrsta isobara. Nu ni to pitanje nije nauka do danas posvema riešila. Mnogo je u tom uradio Abercromby, nu njegova iztraživanja vriede samo za Englezku. Poredjivanja njegovih rezultata s prilikama u drugim zemljama pokazaše, da gdjekada veoma slabo pristaju za druge krajeve Evrope. To i razumijemo, jer su prilike druge. Izlazi dakle zadaća, da se za svaku zemlju posebice izpita na temelju dosadanjih opažanja. kakovo vrieme sobom nosi u njoj svaka vrsta isobara. Te zadaće nauka do danas još nije dospjela da potanko rieši, dakle treba reći, da stručnjak danas na temelju svoje sinoptičke karte tek prilično točno može odrediti, kakovo je gdje vrieme. Nu recimo da je iztaknuta zadaća zaista već posvema riešena bar za sve krajeve Evrope, što onda zna stručnjak o vremenu u Evropi? Zna pouzdano kakovo je bilo u onom času. Nu kako da po tom svom pouzdanom znanju sazna, kakovo će biti n. pr. sutradan? To bi on mogao pouzdano znati samo onda, kad bi po današnjemu razporedu isobara na svojoj karti mogao zaključiti, kaki će biti razpored tih isobara sutradan. Da to može zaključiti, treba da zna odgovor na pitanje: zašto se tlak uzduha od dana na dan u obće mienja? Kad bi on znao uzrok tim promjenama, ne bi mu zaista bilo težko, da unapried odredi, kako će se tlak do sutra promieniti. Poznata je naime iz drugih grana prirodne nauke činjenica: ako znaš pravi uzrok kojemu prirodnomu pojavu, možeš posvema točno unapried reći, kako će se razvijati od početka do kraja. Točne prognoze vremena ištu dakle podpuno poznavanje zakona naše atmosfere! Studij ovih zakona, a nada sve iztraživanje o tom, kako postaju, kako se gibaju i pretvaraju područja visokoga i nizkoga tlaka u našoj atmosferi, to je glavna zadaća meteorolozima danas i u bližoj budućnosti. Danas smo još daleko od toga znanja! Danas znamo o tom tek toliko, da visok tlak nastoji, kako bi što duže ostao na svom mjestu, a minima ili cikloni se u obće gibaju uviek s jednoga mjesta na drugo. Kako vidjesmo, našao je Van Bebber i nekoje obične staze. Nu tih je staza mnogo i posvema je neodredjeno, kojom će od njih baš krenuti ciklon, koji je pred nama na karti.

Posljedica je, da ni stručnjak u centralnom zavodu ne može da unapried pouzdano reče, kako će se, makar samo i za 24 sata, promieniti tlak uzduha i prema tomu položaj isobara. Cikloni, koji su za vrieme u Evropi daleko najvažniji, dolaze s atlantičkoga oceana i gdjekada iz Amerike. U najširim su krugovima do nedavna mislili, da se vihar iz New-Yorka može telegrafički javiti u Evropu i njegov dolazak na tri ili četiri dana unapried najaviti. To bi se dalo učiniti, kad bi cikloni bar od prilike jednakom brzinom putovali preko atlantskoga oceana i uviek išli najednakom stazom i kad bi napokon njihova snaga na cielom putu ostala ista. Nu što pokazaše iztraživanja? Evo jednoga primjera. Abercromby je na posebnoj karti zabilježio staze svih ciklona, koje su u srpnju g 1879. u sjevernoj Americi, na atlantskom oceanu i u Evropi mogli stručnjaci više nego dva dana pratiti. Bilo je u svemu sedam dobro izraženih staza takovih ciklona. Pokazalo se zaista, da su svi cikloni letjeli u dosta uzkom pojasu atlantskoga oceana. Nu kada im staze potanko pratimo, nalazimo, da njihove male promjene u smjeru i brzini baš izključuju primjenu njihovu za pouzdano pogadjanje vremena. Četiri su ciklona postala u sred atlantskoga oceana i podjoše svaki svojim, više ili manje upravnim putem u Evropu. Dva ciklona postadoše na kopnu američkom, odoše u atlantski ocean, ali nijedan od njih ne dospje do obala Evrope. Tek je jedan ciklon postao na amerikanskom kopnu, koji je preživio svoje putovanje preko atlantskoga oceana i prešao na kopno evropsko. Nu to je i bio ciklon! Prešao je još preko ciele Evrope i dopro čak u Sibiriju. Povjest su njegovu mogli pratiti od 9. srpnja, kad je s američkoga kopna prešao u atlantski ocean, punih 20 dana do 28. srpnja, kad su ga izgubili s vida u smrznutim krajevima sjeverne Sibirije, gdje nema meteoroložkih postaja. Osam je dana trebao za put po atlantskom oceanu, dok brzi parobrod za to treba pet dana. Nu uz to je mienjao i smjer i brzinu i snagu svoju tako nepravilno, da si o kasnijem putu njegovom, po predjašnjem, ne možemo da stvorimo nikakova suda. Gdjekoje dane su na tom putu bili gradienti takovi, da mu je snaga narasla do najžešćeg orkana, drugih su dana bili tako maleni, da je u njemu bila tek slaba briza! U ovom nam dakle primjeru smjer i brzina ciklona u času, kad je s američkoga kopna prešao u ocean, ne dade nikakova suda o tom, kaki će mu biti put po oceanu i kako će se skretati sa svoje staze, kad predje na kopno Evrope. A takovih je primjera na pretek u historiji sinoptičke meteorologije.

Nu kraj svega toga su današnje prognoze vremena, osnovane na sinoptičkoj metodi, ipak bolje, nego što im je glas po svietu! U sto slučajeva pogodit će ipak 80—90 puta. Da su i tako uspješne, tomu mnogo pomaže utvrdjeni pojav, da svako vrieme u sebi u obće nosi tendenciju, da uztraje onakovo, kakovo je. To je nastojanje vremena toliko, da se je mogao profesor H. Klein u Kölnu pogadjačima vremena nemilo narugati. On je naime išao računati, koliko bi puta od 100 pogodio vrieme za sutradan čovjek, koji bi se usudio svaki dan proreći vrieme ovako: „Vrieme će biti sutra točno takovo, kakovo je danas". I gle čuda: pokazalo se, da bi taj naivni pogadjač vremena pogodio vrieme toliko puta, pače još nešto više, kao i onaj stručnjak u centralnom zavodu, koji ga pogadja na osnovu svojih karata vremena! Baš je, ako se ne varamo, onaj račun Kleinov mnogo pomogao, da je glas o naučnom pogadjanju vremena tako loš. Nu ipak nema Klein posvema pravo. Ta nas u prvom redu zanima pitanje o promjeni vremena. A kad se to pitanje iznese, onda pogadjač po receptu Kleinovu ne bi pogodio ni jedan put. Hamburžki observatorij pako kod svojih prognoza na promjenu vremena može da pokaže ove brojeve: na 121 dobru prognozu ide samo 35 loših, na 94 veoma dobre prognoze idu samo 22 veoma loše!

Osobito u zemljama, gdje uz dobivenu telegrafičnu prognozu vremena još motre barometar pozorno, kako bi po njem razabrali nešto o tom, kako se je od onoga časa dalje mienjao tlak uzduha i prema tomu n. pr. optičkim signalima okolici javljaju ovu sastavljenu sinoptičko-lokalnu prognozu, postigli su veoma liepih i ratarstvu puno vriednih prognoza.

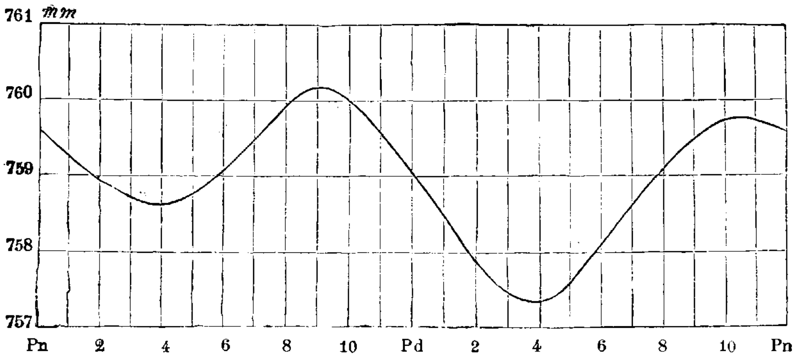
Da završimo! Najviše, što nauka o vremenu danas može da učini, jest: pogoditi vrieme na 24 sata. Nu rezultati, što ih je do danas nauka postigla opravdavaju posvema mišljenje, da se smijemo za budućnost nadati najljepšemu uspjehu. Taj ne će izostati, kad budu riešena sva gore iztaknuta pitanja i još nekoja druga, medju njima osobito veoma zanimljivo, nu danas još posvema neobradjeno pitanje o utjecanju svemirskih tjelesa na vrieme.

DODATAK

(k slikama 48., 50., 59.—62.).

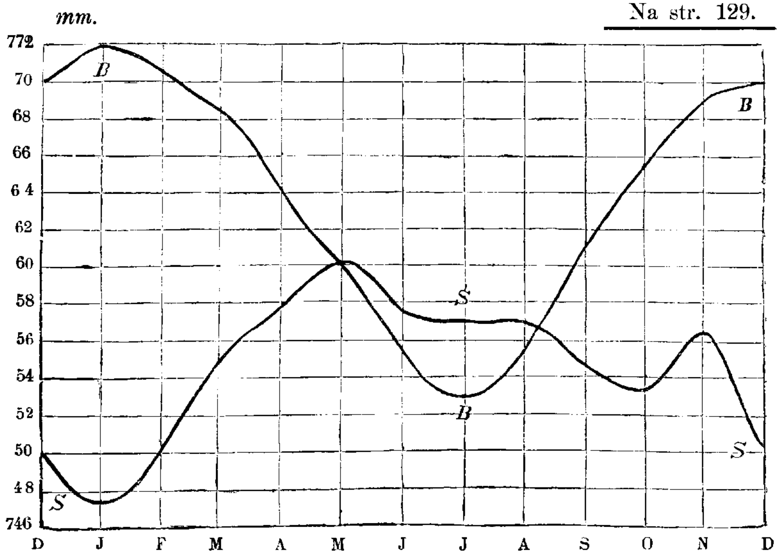
Pošto nekoje slike u ovoj knjizi nemaju za bolje razumievanje same slike nuždnih brojeva, to opetujemo iste slike ovdje i dodajemo u slogu na strani potrebne im brojeve i slova, kako bi ih svatko mogao posve točno razumjeti.

Na str. 125.



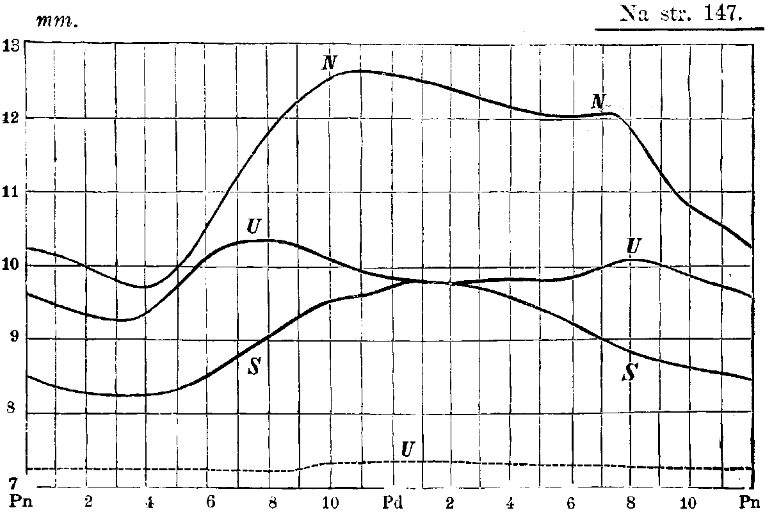
Sl. 48. Dnevna perioda uzdušnoga tlaka u Bataviji.

Na str. 129.



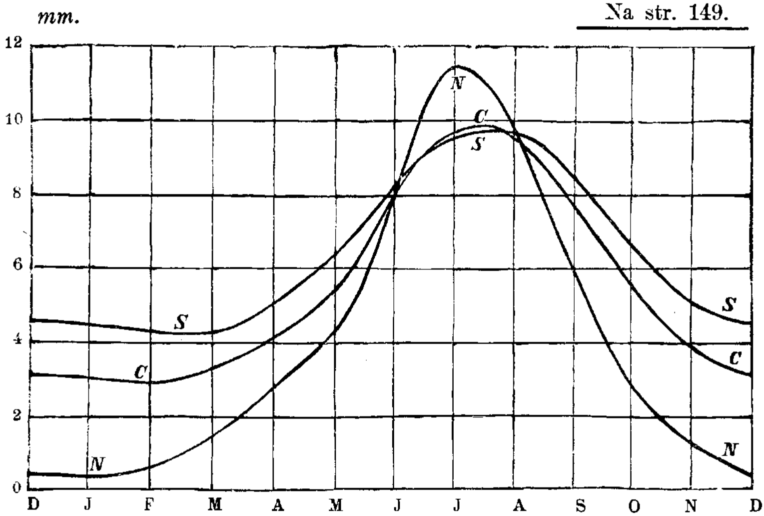
Sl. 50. Godišnja perioda uzdušnoga tlaka u Stykkisholmu i Barnaulu.

Na str. 147.



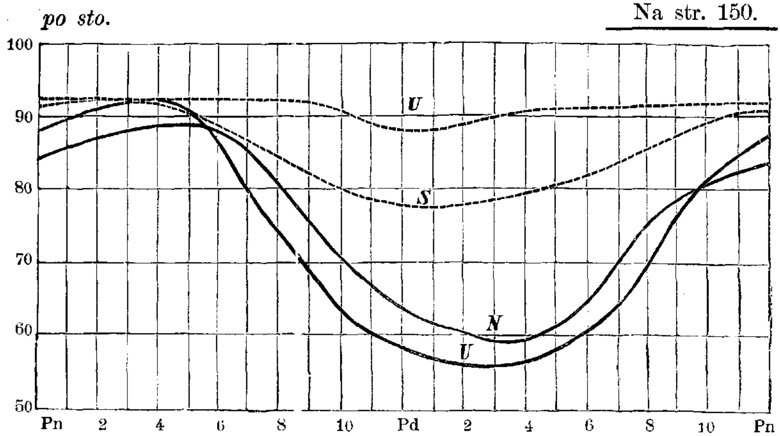
Sl. 59. Dnevna perioda vlage u Sitki, Upsali i Nerčinsku.

Na str. 149.



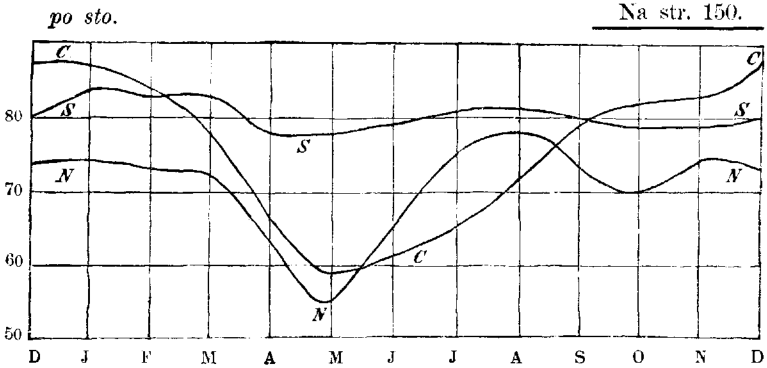
Sl. 60. Godišnja perioda vlage u Skudesnäsu, Kristianiji i Nerčinsku.

Na str. 150.



Sl. 61. Dnevna perioda relativne vlage u Upsali, Sitki i Nerčinsku za srpanj.

Na str. 150.



Sl. 62. Godišnja perioda relativne vlage za Skudesnäs, Kristianiju i Nerčinsk.

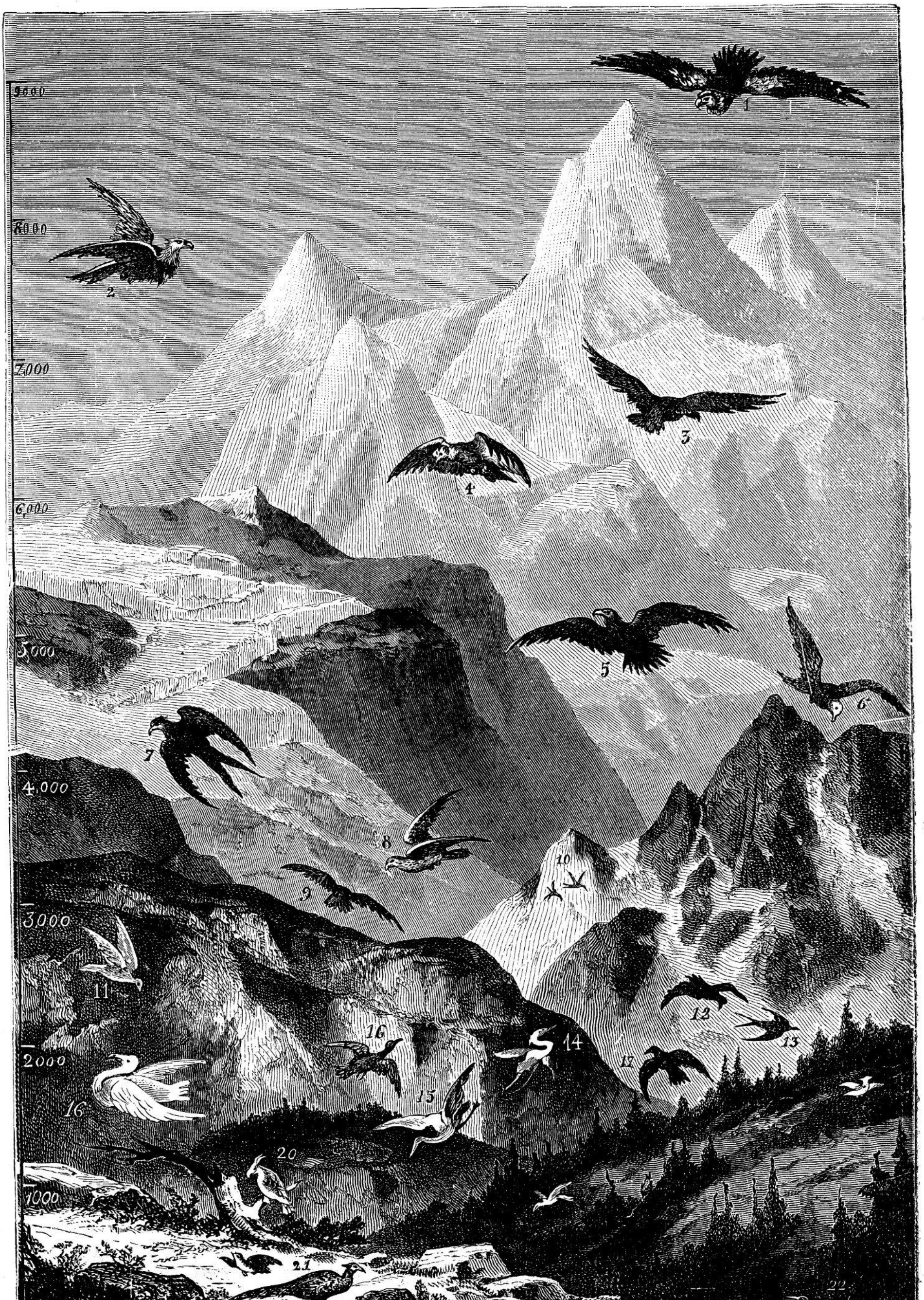
GDJE JE ŠTO.

Vrieme.

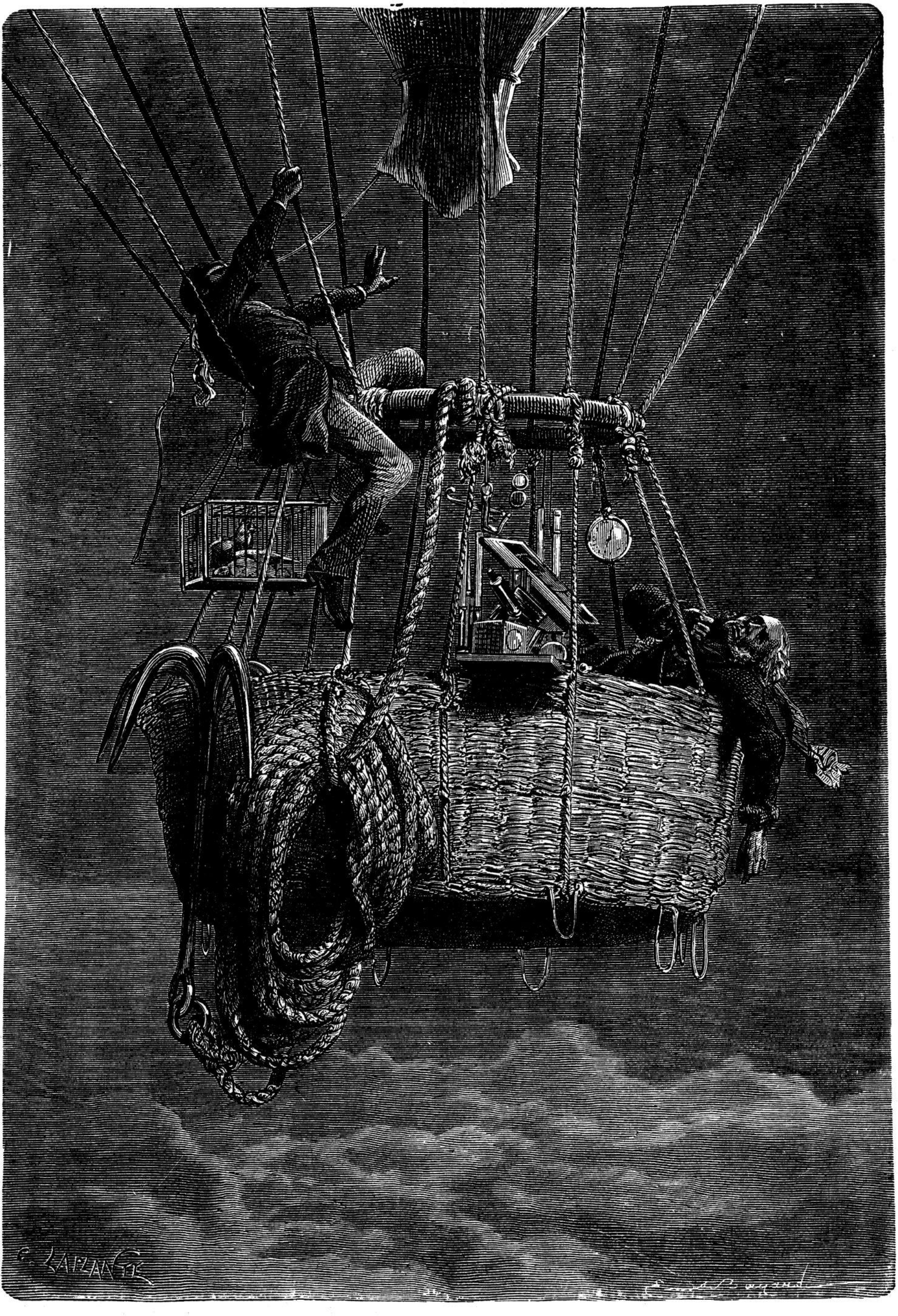
Crtice iz meteorologije.

Strana

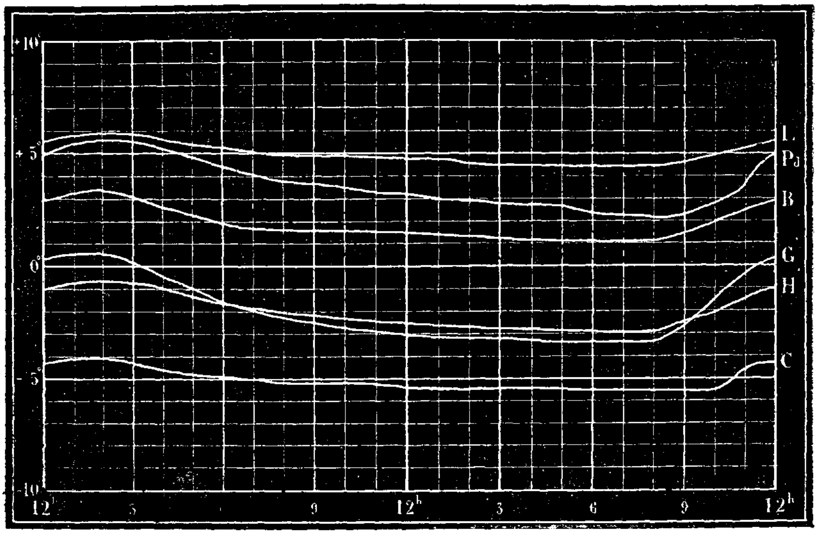
Meteorologičke karte u ovoj knjizi:



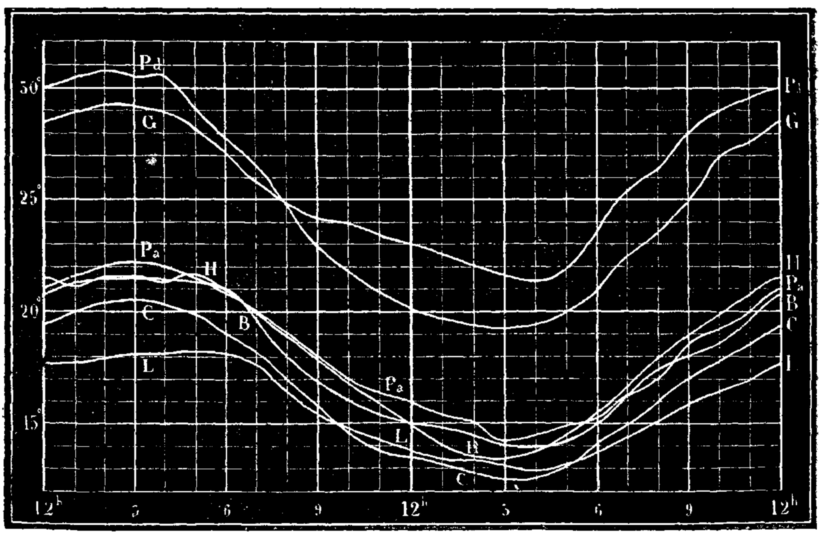
Sl. 3. Ptice prema visini, do koje lete.



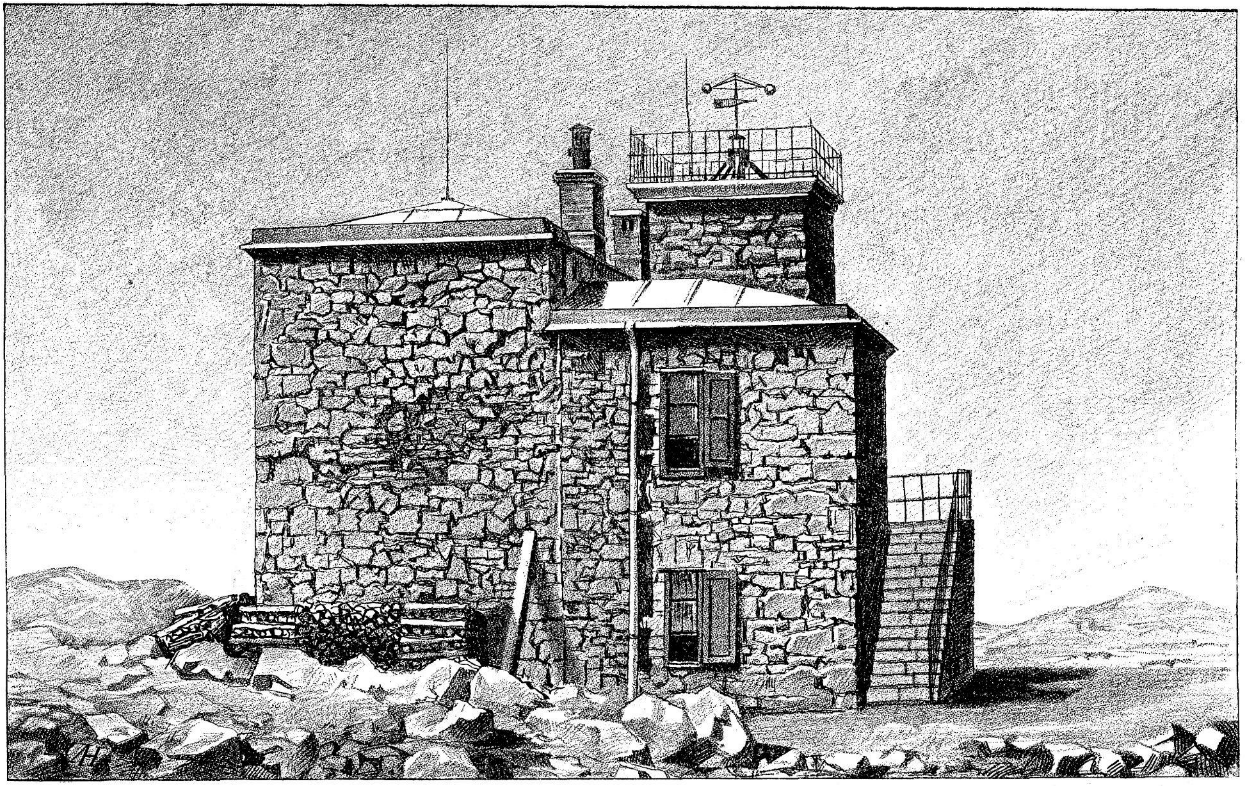
Sl. 4. Glaisher i Coxwell u balonu 11 kilom. nad površinom zemaljskom.



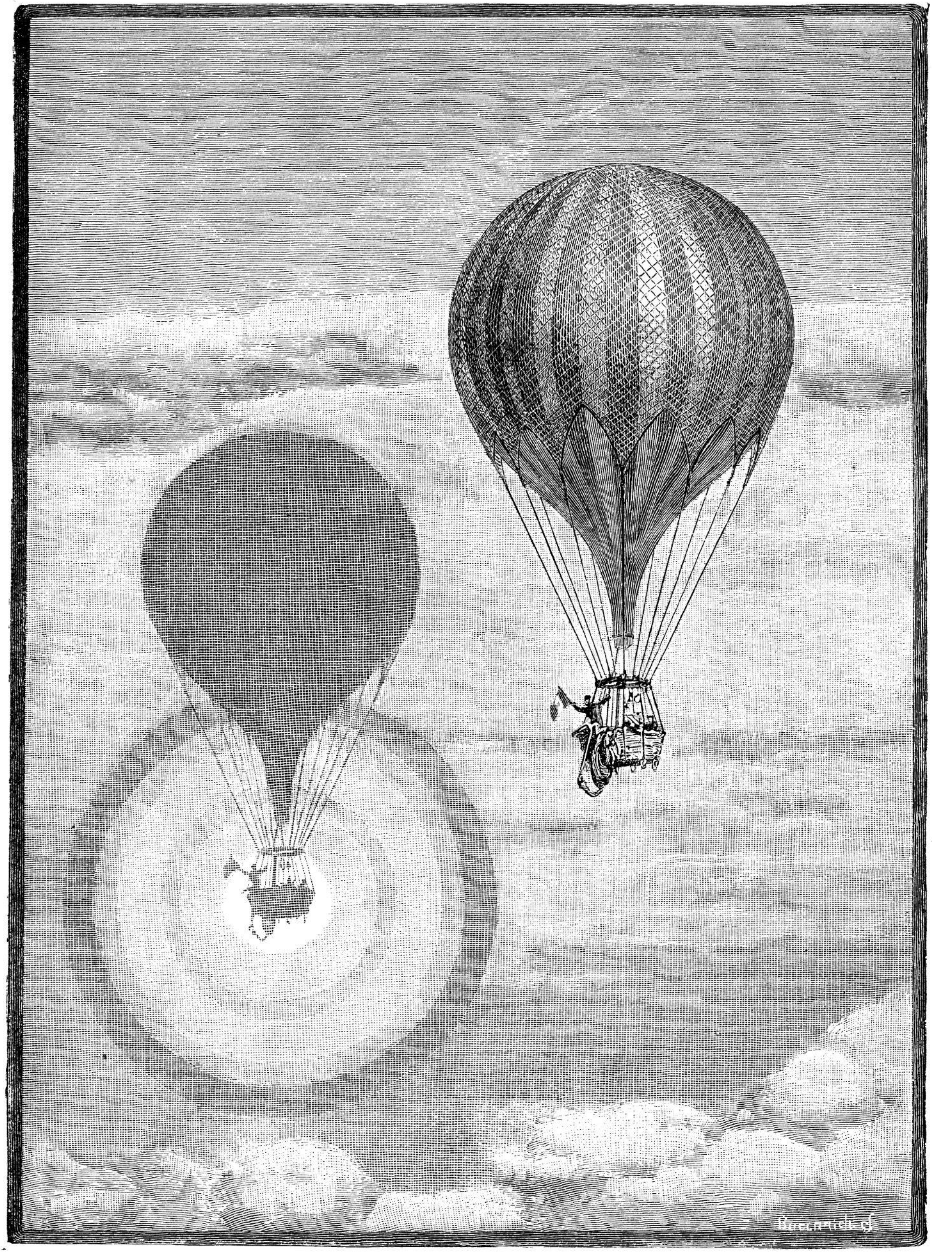
Sl. 32. Srednje dnevne promjene temperature nekojih mjesta u siečnju: L, Leith; Pd, Padova; B, Bruselj; G, Götinga; H, Halle; C, Kristianija.



Sl. 33. Srednje dnevne promjene temperature istih mjesta u srpnju

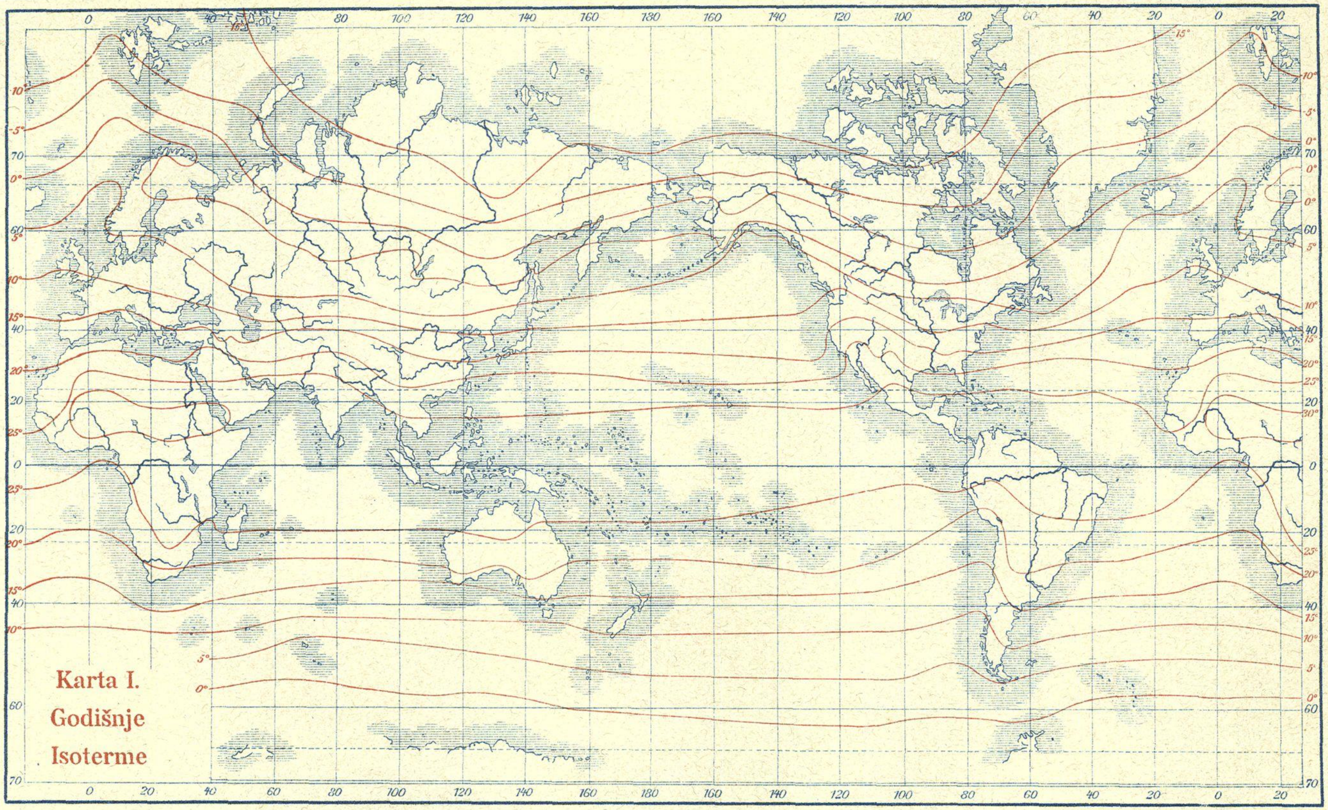


Sl. 39. Meteorološka postaja prvoga reda na vrhu Bjelašnice (2067 m.) u Bosni.

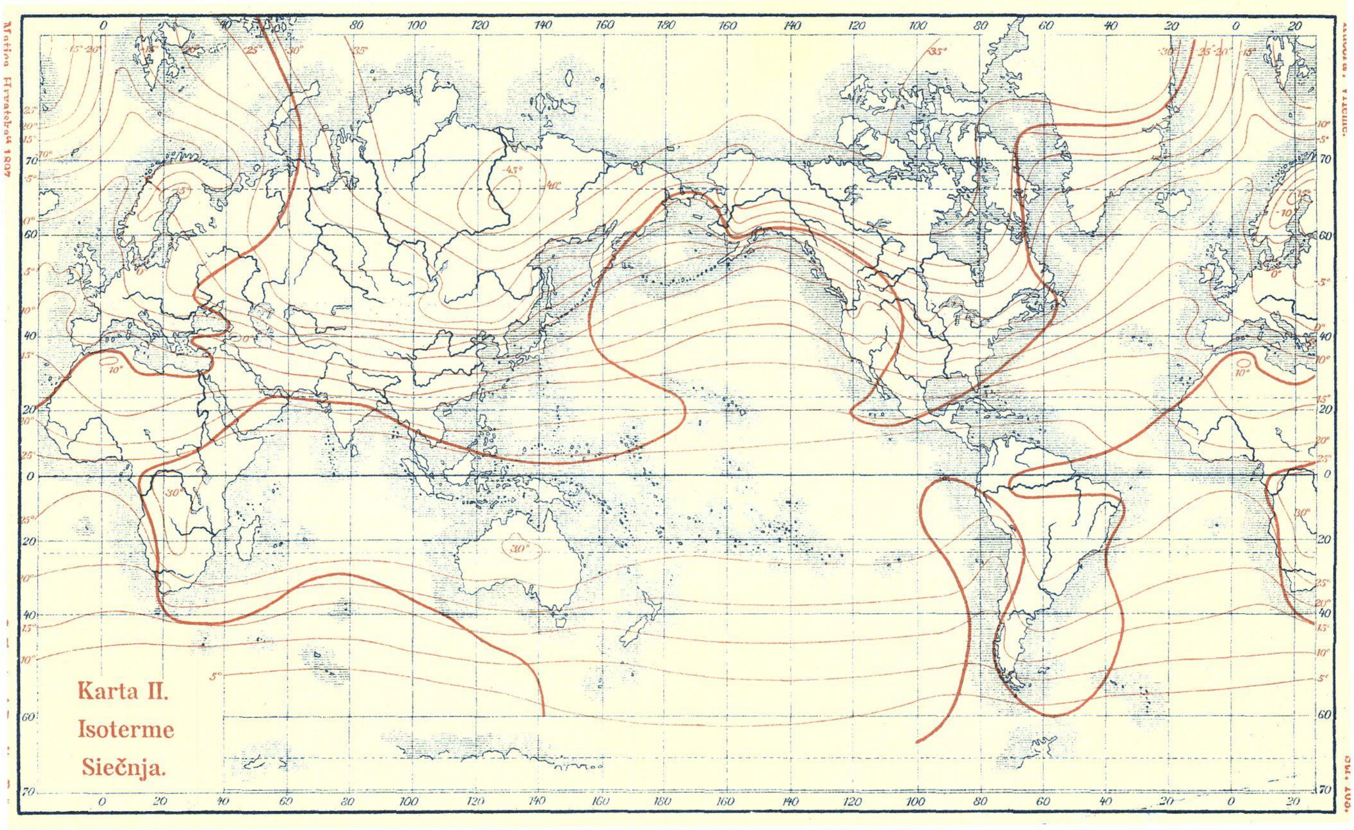


Sl. 94. Sablast Brockena i Ulloini koluti vidjeni iz balona dne 15. travnja god. 1868.

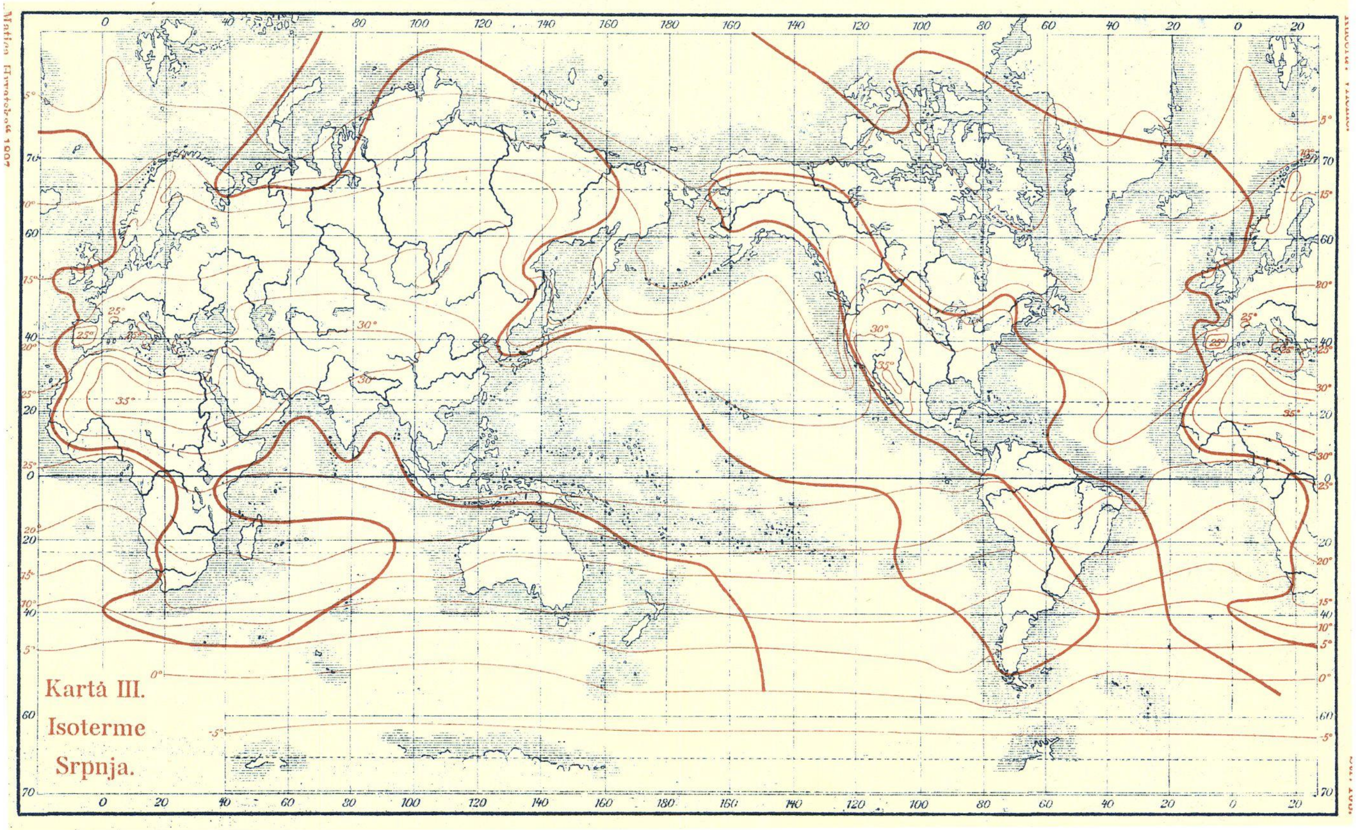
„Matica Hrvatska" 1897.

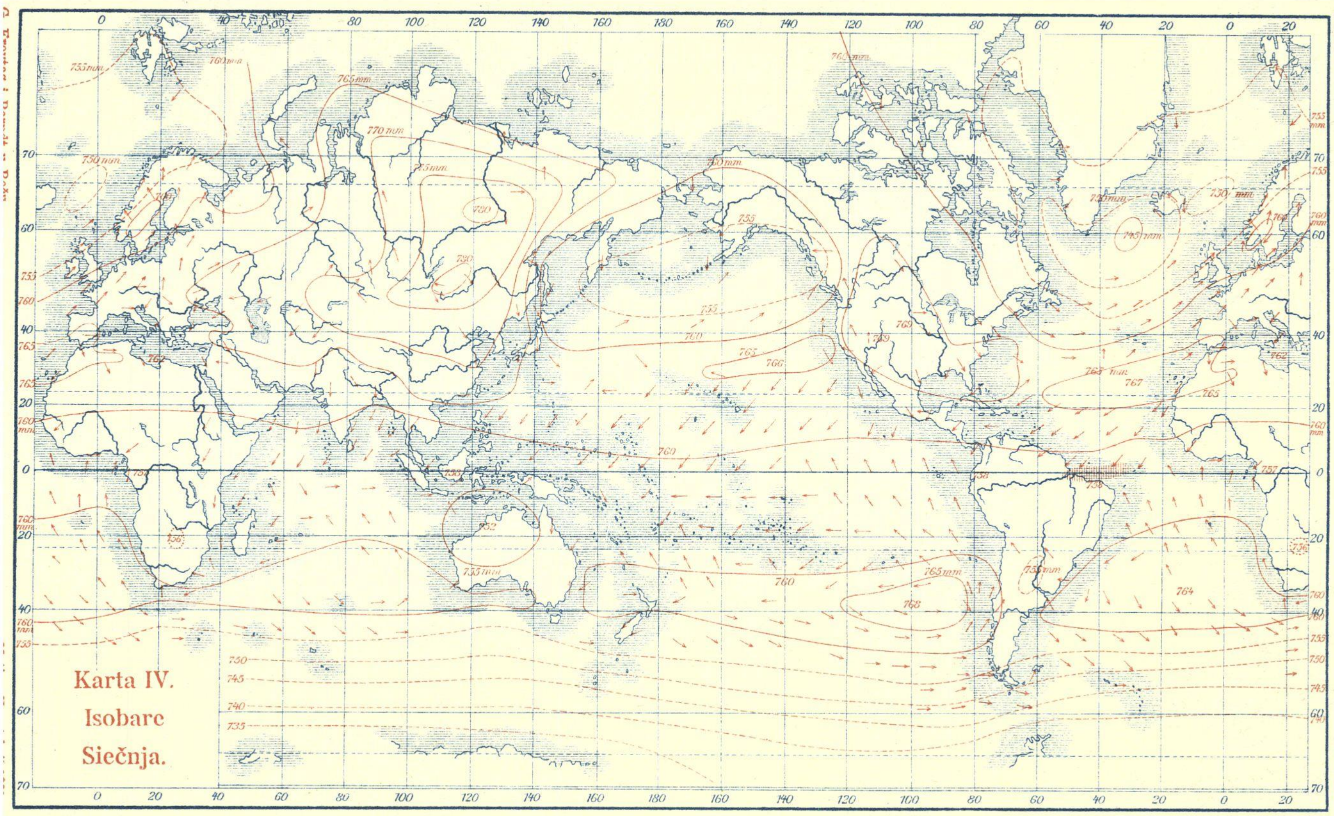


Karta I.
Godišnje
Isoterme

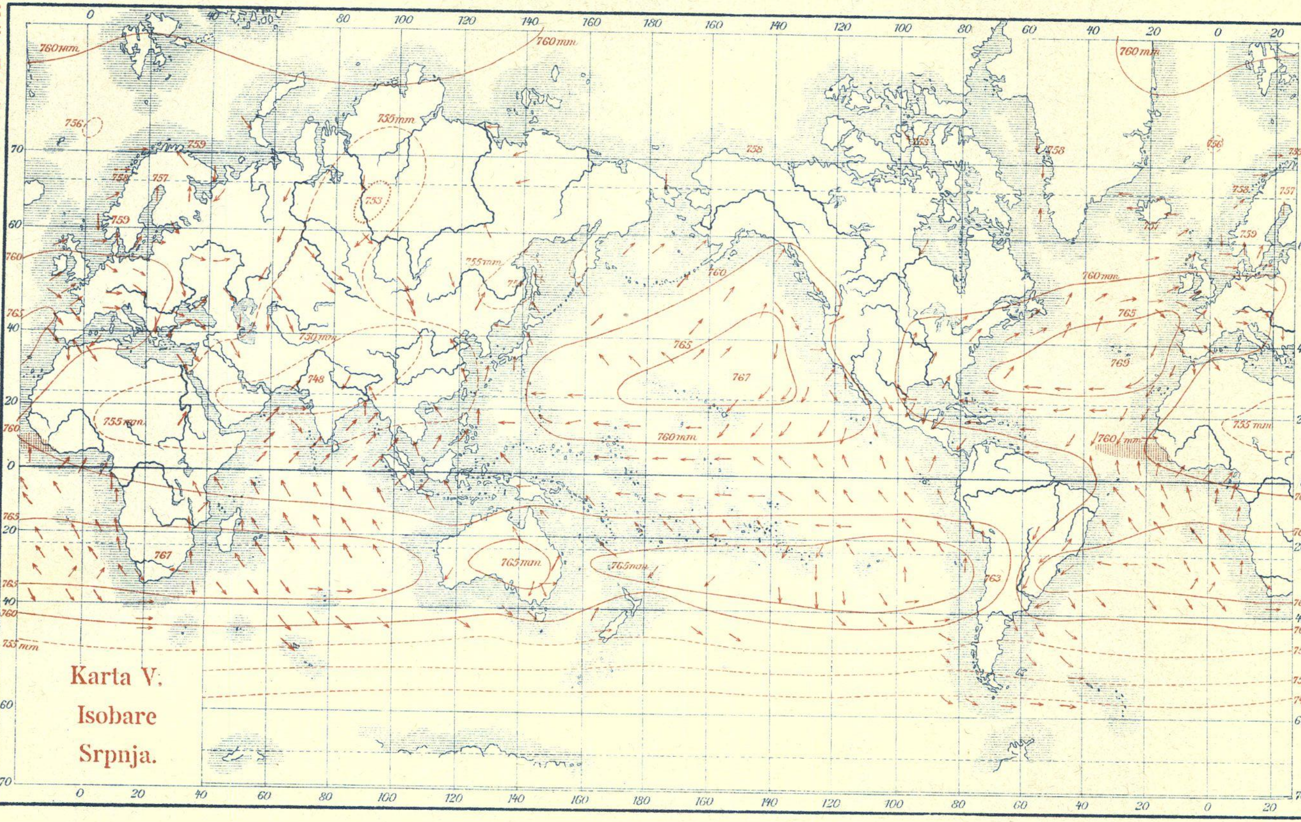


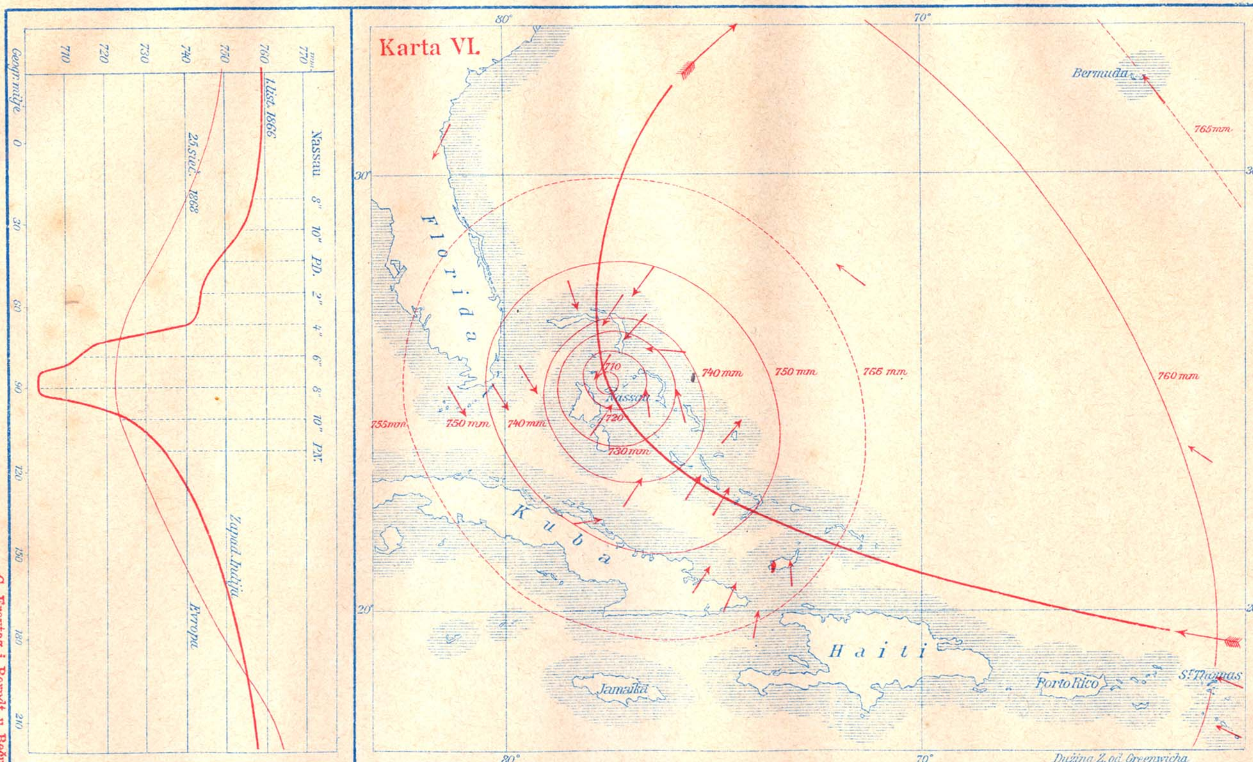
Karta II.
Isoterme
Siečnja.


Kartá III.
Isoterme
Srpnja.


Karta IV.
Isobare
Siečnja.
770 mm
765 mm
760 mm
755 mm
750 mm
745 mm
735 mm

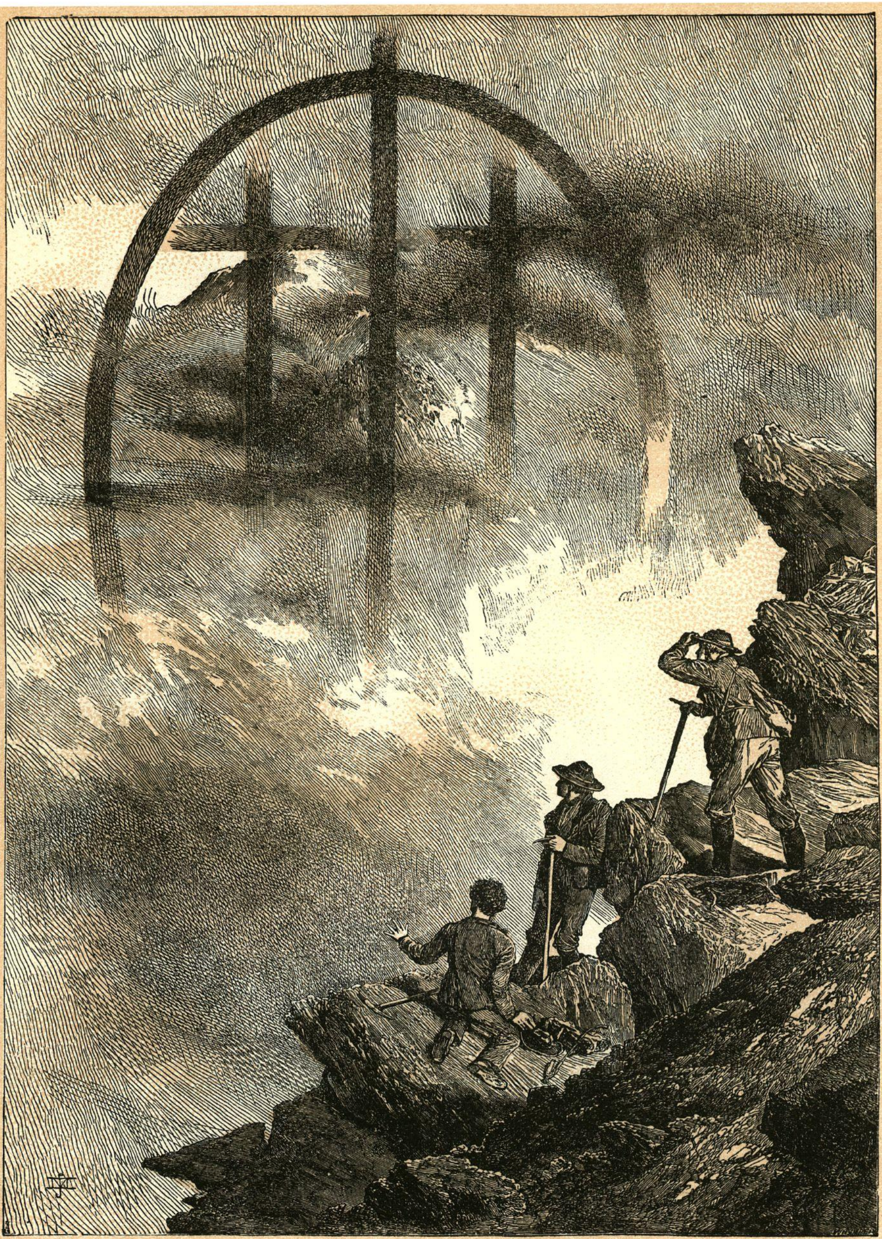
„Matica Hrvatska“ 1897.





„Matica Hrvatska" 1897.

G. Freytag i Berndt u Beču.



Krstovi u uzduhu — vidjeni u Alpama dne 14. srpnja god. 1865.

Kučera; Vrieme (str. 239.). Matica Hrvatska. 1897